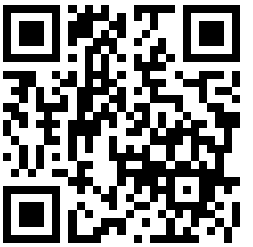
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

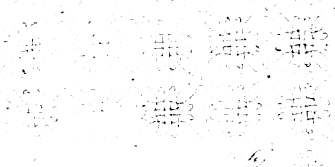
+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`



Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. GENNAIO-FEBBRAIO 1905 Fasc. 1°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

N. 1. Alcune osservazioni stroboscopiche sull'arco elettrico a corrente alternata — Prof. L. LOMBARDI e G. MELAZZO (Napoli). (*Con 1 figura ed 1 tavola*) . . . . *Pag.* 1

„ **2. A proposito di un fasometro recentemente proposto** — Ing. dott. P. BARRECA (Roma). (*Con 4 figure*) 11

„ **3. Influenza delle onde Hertziane sulla magnetizzazione dell'acciaio** — Ing. C. GARIBALDI (Genova) 23

„ **4. Osservazioni sul funzionamento del " Detector „ magnetico** — Prof. M. ASCOLI (Roma). (*Con 11 figure*) 28

„ **5. Analogie fra idraulica ed elettricità** — Ing. G. GOLA (Torino). (*Con 8 figure*) . . 36

„ **6. Commemorazione del socio ing. N. Labroca** — Ing. O. LATTES (Roma) 45

„ **7. Commemorazione del socio prof. A. Cancani-Montani** — Ing. O. LATTES (Roma) . 47

NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

SEDE CENTRALE. — **Commissione per lo studio delle unità e misurazioni elettriche** . 1

SEZIONI. — **Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni** 2

Errata-Corrige al vol. VIII, fasc. V 15

AVVERTENZA. *I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2.*

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Prof. Ferdinando Lori - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Emilio Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Alberto Fabbri; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Angelo Silva - Ing. Gustavo Rizzoli.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

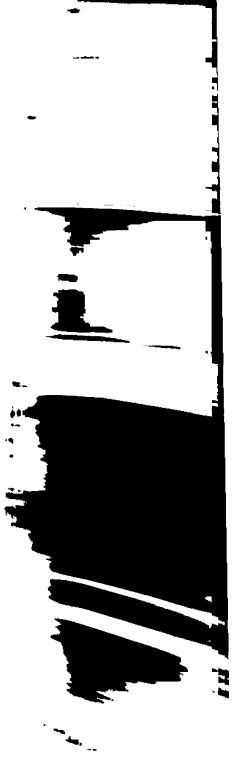
Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Lorenzo Bigaglia; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini - Ing. Alessandro Moschini - Prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

riunita in Assemblea Generale nell'Aula Magna dell'Istituto degli Studi Superiori in Firenze l'8 Ottobre 1905, acclamando, proclamava proprio Presidente Onorario

Antonio Pacinotti

che, creando la Macchina Dinamo – Elettrica, apriva al mondo nuove vie di progresso civile, nuove inesauribili fonti di ricchezza.

Ad Antonio Pacinotti vadano oggi i nostri più fervidi voti di lunga e prosperosa vita, circondata dall'unanime ammirazione di quanti ebbero dall'opera sua inestimabile beneficio, dalla profonda gratitudine degl'Italiani per chi seppe altamente onorare il nome della Patria.

Roma li 31 dicembre 1905.

Il Presidente

M. Ascoli

Il Segretario Generale

R. Salvatori

Digitized by Google

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

ITALIANA

ANNO IX – VOLUME IX

(con 263 figure e 4 tavole)

ROMA

TIP. DELL' UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

—

1905

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE DEL VOLUME NONO

N. 1. *Alcune osservazioni stroboscopiche sull'arco elettrico a corrente alternata.* Prof. L. LOMBARDI e G. MELAZZO, Napoli (con 1 figura ed 1 tavola) . . . . . *Pag.* 1

» 2. *A proposito di un fasometro recentemente proposto.* Ing. dott. P. BARRECA, Roma (con 4 figure) 11

» 3. *Influenza delle onde Hertziane sulla magnetizzazione dell'acciaio.* Ing. C. GARIBALDI, Genova 23

» 4. *Osservazioni sul funzionamento del « Detector » magnetico.* Prof. M. ASCOLI, Roma (con 11 figure) . . . 28

» 5. *Analogie fra idraulica ed elettricità.* Ing. G. GOLA, Torino (con 8 figure) 36

» 6. *Commemorazione del socio ing. N. Labroca.* Ing. O. LATTES, Roma 45

» 7. *Commemorazione del socio prof. A. Cancani-Montani.* Ing. O. LATTES, Roma 47

» 8. *La trazione elettrica col motore monofase.* Ing. U. SEGRE, Napoli (con 32 figure) 49

» 9. *Il motore monofase negli Stati Uniti d'America.* Ing. E. SOLERI, Torino (con 27 figure) 76

» 10. *Sopra alcuni istrumenti elettrici di misura.* Ing. V. ARCIONI, Milano (con 17 figure). 120

» 11. *La lampada ad osmio come campione secondario d'intensità luminosa.* Ing. G. REVESSI, Roma (con 2 figure) 148

» 12. *Alcune considerazioni sul progetto d'impianto idro-elettrico municipale di Torino.* Ing. E. SILVANO, Torino 157

» 13. *La lampada ad osmio secondo le moderne teorie dell'irradiamento.* Ing. G. REVESSI, Roma (con 3 figure) 167

» 14. *Le moderne lampade ad incandescenza.* Prof. C. MONTÙ, Napoli (con 8 figure). 186

» 15. *Conduttori frammentari* (Sunto). Ing. U. CRUDELI, Roma 218

» 16. *La standardizzazione degli apparecchi e delle macchine elettriche.* Prof. L. LOMBARDI, delegato dell'A. E. I. al Congresso di St-Louis 221

Digitized by Google

N. 17. *Comunicazioni elettriche delle rotaie.* Ing. D. SPALLICCI, Firenze (con 16 figure) . . . . . *Pag.* 227
» 18. *Il laboratorio di elettrotecnica della Regia Scuola Superiore Navale di Genova ed i suoi mezzi di ricerche.* Prof. C. GARIBALDI, Genova 241
» 19. *Su una ricerca che interessa la telegrafia,* Ing. G. GIORGI, Roma (con 2 figure) 243
» 20. *Sugli effetti del moto perturbato nelle condotture idrauliche.* Ing. G. GIORGI, Roma 249
» 21. *Progetto di derivazione idro-elettrica dal Volturno e modo di raddoppiarne la potenza.* Ing. F. RUFFOLO, Napoli (con 1 tavola ed 1 diagramma) 257
» 22. *L'arco voltaico come fenomeno elettronico.* Dott. A. FILIPPINI, Genova 272
» 23. *Voltmetro elettrostatico per 200,000 volt.* Ing. E. JONA, Milano (con 5 figure) 278
» 24. *L'Ufficio nazionale della proprietà industriale.* Ing. M. CAPUCCIO, Torino 287
» 25. *L'impianto idro-elettrico del Tusciano.* Ing. A. TAJANI, Napoli (con 6 figure). 309
» 26. *Sui circuiti telefonici ad attenuazione costante.* Dott. G. DI PIRRO, Firenze (con 5 figure) 322
» 27. *Sull'ufficio della proprietà industriale.* Ing. F. GENTILI, Firenze. 361
» 28. *Connessioni elettriche delle rotaie a contatti saldati mediante acetilene.* Ing. R. CATANI, Firenze (con 2 figure). 368
» 29. *L'elettricità nella medicina.* Ing. G. ROSTAIN, Firenze 380
» 30. *Verbale dell'Assemblea Generale 1905 tenutasi a Firenze* 394

L'escursione in America compiuta dall'A. E. I. nell'agosto e settembre 1904.

» 31. I. *Introduzione.* Prof. M. ASCOLI (con 24 figure) . 445
» 32. II. *Lo stato generale delle industrie elettriche negli Stati Uniti.* Prof. L. LOMBARDI 474
» 33. III. *Le centrali elettriche.* Prof. F. LORI (con 9 figure) 497
» 34. IV. *Le officine di costruzioni elettro-meccaniche.* Ing. A. PICCHI (con 5 figure) 530
» 35. V. *La trazione elettrica con corrente continua.* Ing. C. A. CURTI (con 11 figure e 2 tavole) . . . 545
» 36. VI. *Il trasporto dei passeggeri nelle grandi città americane.* Prof. M. ASCOLI (con 2 figure) . . . 567
» 37. VII. *L'elettricità all'Esposizione di Saint-Louis.* Ing. E. SOLERI (con 30 figure) 584
» 38. VIII. *La Lampada ad arco chiuso e la regolazione in serie.* Ing. E. SOLERI (con 18 figure) . . . 636

Digitized by Google

N. 39. *Sul calcolo delle soluzioni funzionali originate dai problemi di elettrodinamica.* Ing. G. GIORGI, Roma. *Pag.* 651
» 40. *Ricerche magnetiche e ottiche su alcuni colloidi magnetici.* Dott. O. SCARPA, Firenze (con 1 figura). 700
» 41. *Scelta del materiale del nucleo magnetico di indotto per ordinarie macchine a corrente continua od alternata.* Prof. E MORELLI, Torino (con 3 figure). . . 749
» 42. *Sopra il comportamento di due linee trifasi funzionanti in parallelo.* Ing. G. ANFOSSI, Genova (con 9 figure). 765
» 43. *La trazione elettromeccanica.* Prof. C. MONTÙ, Torino. 784
» 44. *Relazione della Commissione della Associazione Elettrotecnica Italiana incaricata dello studio sulla questione delle misure elettriche e dei misuratori dell'energia elettrica* 786

Notizie dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

(*Numerazione separata*).

1. Consiglio Generale . . . . . Pag. (1)
2. Indice Generale dei soci . . . . . (3)
3. Elenco dei soci per sezioni . . . . . (15)
4. Statuto dell'Associazione . . . . . (73)
5. Elenco dei periodici ricevuti in cambio . . . . . (78)
6. *Sede Centrale:*
Commissione per lo studio delle unità e misurazioni elettriche . 1
Programma di concorsi a premio indetti dall'*Associazione degli Industriali d'Italia* per prevenire gli infortuni del lavoro . . . 17
Programma di concorso a premio dell'*Associazione Chimica Industriale di Torino* 19
Deliberazioni del Consiglio Generale (seduta 9 luglio 1905) . . 61
Deliberazioni del Consiglio Generale (seduta 7 ottobre 1905) . . 68
Invito dell'*Istitution of Electrical Engineers* di Londra 71
Elezione della Presidenza Generale dell'A. E. I. per il triennio 1906-1908 77
Votazione per le aggiunte allo Statuto. 79
7. *Sezione di Bologna:* Verbali delle sedute 29
8. *Sezione di Firenze:* Verbali delle sedute 2, 4, 5, 6, 30, 33
9. *Sezione di Genova:* Verbali delle sedute. 9, 35, 36, 80
10. *Sezione di Milano:* Verbali delle sedute 39
11. *Sezione di Napoli:* Verbali delle sedute. . 10, 41, 43, 45, 46, 48, 81
12. *Sezione di Palermo:* Verbali delle sedute 49, 50
13. *Sezione di Roma:* Verbali delle sedute 21, 22, 23, 72, 73, 86
14. *Sezione di Torino:* Verbali delle sedute. 12, 26, 51, 52, 56, 58, 74, 75, 88
15. Aggiunte all'elenco dei soci 27, 60, 76, 91

Digitized by Google

Digitized by Google

VOL. IX. GENNAIO-FEBBRAIO 1905 Fasc. 1°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — ROMA

N. 1.

ALCUNE OSSERVAZIONI STROBOSCOPICHE

SULL'ARCO ELETTRICO A CORRENTE ALTERNATA

NOTA

di **L. LOMBARDI** *e* **G. MELAZZO**

letta al Congresso Internazionale di Elettricità di Saint-Louis.

I fenomeni singolari che caratterizzano la produzione e il mantenimento dell'arco elettrico a corrente alternata fra elettrodi di carbone o di metallo sono bene conosciuti dopo i lavori interessanti di Blondel, Fleming, Duddell e Marchant, Burnie, Rössler e Wedding, Görges, Neubach, Gold, Guye e Monasch e molti altri.

Poichè la intensità di corrente e la differenza di potenziale variano continuamente, nella durata di ogni periodo varia in ogni istante il lavoro elettrico consumato, ed in corrispondenza il calore prodotto e la luce emessa dall'arco. Tali variazioni, le quali hanno in generale per effetto una diminuzione sensibile dell'intensità luminosa e del rendimento ottico dell'arco, si potrebbero percepire direttamente qualora la durata del periodo fosse sufficientemente lunga. Realizzando l'arco con correnti di frequenza relativamente elevata, non è possibile di metterle in evidenza senza artifizi appropriati.

Il metodo più antico per lo studio di fenomeni periodici di brevissima durata è quello dello specchio rotante. Con questo si ottiene un'immagine che si sposta nella successione del tempo, e che può, mèdiante l'interposizione di un diaframma stroboscopico, risolversi in un certo numero d'immagini istantanee, corrispondenti ad istanti diversi del periodo, da osservarsi direttamente, oppure da fissarsi sulla lastra o sulla carta fotografica.

Jamin e Roger fin dal 1868 (1) osservarono in questo modo le oscillazioni luminose d'un arco a corrente alternata, e S. P. Thompson

(1) *Comptes rendus*, 66.

Digitized by Google

più tardi (1) riuscì a mettere in evidenza le deflessioni dell'arco medesimo sotto l'influenza del campo terrestre. Nello stesso modo Guye e Monasch (2) ottennero ancora recentemente risultati interessanti, osservando gli archi alternanti fra elettrodi metallici.

Nelle sue prime ricerche sulle proprietà ottiche dell'arco a corrente alternata Blondel (3) ricorse all'artificio di fotografare direttamente una striscia luminosa dell'arco, proiettandone l'immagine sopra un foglio di carta sensibilizzata, avvolto su un tamburo che egli manteneva in rotazione entro ad una camera oscura con la stessa velocità dell'alternatore. Street aveva già impiegato nel 1882 lo stesso metodo per studiare le oscillazioni luminose di una candela Jablochkoff. Il metodo ha il vantaggio di dare un'immagine continua di una parte elementare dell'arco, la cui estensione geometrica e la cui intensità luminosa si vanno nel tempo modificando. Esso non fornisce però un'immagine completa del fenomeno, nè si adatta per scopo di dimostrazione diretta.

Joubert pel primo (4) suggerì il metodo stroboscopico propriamente detto, col quale le variazioni periodiche dell'arco possono essere seguite direttamente coll'occhio. Egli propose cioè di osservare la sorgente luminosa attraverso alle piccole feritoie d'un disco, montato direttamente sull'albero della macchina che fornisce la corrente alternata, oppure su quello di un motore sincrono, alimentato dallo stesso alternatore. Collocando l'occhio in posizioni diverse, si ricevono le immagini dell'arco corrispondenti alle diverse fasi nel periodo. Il metodo tuttavia non è molto comodo, e Joubert stesso non denunciò alcun risultato raccolto con esso.

Una immagine fissa dell'arco, corrispondente ad istanti diversi del periodo, può veramente ottenersi col disco stroboscopico da un medesimo punto, se si caletta il disco in posizioni differenti sull'albero dell'alternatore o del motore sincrono, oppure se si sposta angolarmente l'induttore della macchina attorno all'asse dell'indotto, o finalmente se si modifica con qualche artificio la fase della corrente che alimenta la lampada, ovvero di quella che comanda il motore. Questi metodi furono anche a volta a volta adottati da Görges (5), Fleming (6) e Burnie (7), i quali eseguirono esperimenti

(1) *Electrical Review*, 1895.
(2) *Éclairage électrique*, 1903.
(3) *Lumière électrique*, 1891
(4) *Journal de physique*, 1881.
(5) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1895.
(6) *The Electrician*, 1895.
(7) *The Electrician*, 1897.

Digitized by Google

interessanti allo scopo di misurare la radiazione termica e luminosa dell'arco a corrente alternata fra elettrodi di carbone in direzioni diverse ed in differenti istanti del periodo.

Gold (1) osservò ancora nello stesso modo l'arco voltaico fra due elettrodi dissimili, uno di carbone ed uno di metallo, e riuscì a scoprire su questo una goccia di metallo liquefatto, la quale si presenta all'estremità dell'elettrodo, e cambia di forma e dimensioni al cambiare dell'intensità e direzione della corrente. Tale osservazione condusse anzi l'autore a formulare una delle spiegazioni più verosimili della variazione singolare di resistenza, che si manifesta nell'arco al cambiare della direzione della corrente.

In tutti questi metodi, dove il disco stroboscopico è mantenuto in rotazione colla velocità di sincronismo, non può essere raccolta ad un tempo che un'unica immagine dell'arco, apparentemente continua, ma in realtà formata dalla successione di un grandissimo numero d'immagini momentanee, le quali tutte corrispondono ad un medesimo istante del periodo. L'immagine risultante riproduce adunque l'aspetto medio dell'arco durante un gran numero di periodi in corrispondenza di quell'istante; ma per sè stessa è disadatta a fornire un'idea complessiva delle variazioni che nell'arco si producono da istante a istante, e che in una lunga successione di tempo si possono sensibilmente modificare.

La disposizione esperimentata da noi ha appunto per iscopo di permettere l'esame dei diversi fenomeni che si presentano nell'arco a corrente alternata in modo consecutivo, riproducendone ininterrottamente l'immagine nella loro successione naturale, con una durata di periodo apparente però, che può essere prolungata quasi a volontà. Sebbene pertanto tale disposizione non sia completamente originale, noi non crediamo fuor di luogo di richiamarla qui, per l'interesse che possono offrire alcuni dei risultati con essa conseguiti.

- L'idea venne a noi suggerita dalla disposizione che il dottore Bellini (2) ha felicemente ideato per la misura dello scorrimento dei motori ad induzione, impiegando una lampada incandescente, alimentata dalla stessa sorgente di corrente alternativa, e collocandola nel campo di una calamita permanente. Le vibrazioni del filamento luminoso dovute all'azione elettromagnetica della corrente hanno naturalmente la medesima frequenza di questa, e possono acquistare un'ampiezza considerevole se il filamento possiede una

(1) *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1895.
(2) *L'Elettricista*, 1° giugno 1904.

Digitized by Google

elasticità adattata. Osservando la lampada attraverso alle feritoie di un disco stroboscopico fissato all'albero del motore, si raccoglie un'immagine del filamento continuamente e lentamente oscillante, poichè la percezione di esso si ha solamente per istanti brevissimi, i quali si susseguono rapidamente, e uno dall'altro si differenziano per uno spostamento elementare di fase nella successione di altrettanti periodi diversi.

Se il numero delle feritoie eguaglia quello delle coppie polari, il numero delle oscillazioni intere del filamento misura esattamente lo scorrimento corrispondente ad altrettante coppie polari.

La disposizione nostra, che era già stata descritta in precedenza ed a nostra insaputa da Hospitalier (1), consiste appunto nell'osservare l'arco a corrente alternata attraverso alle feritoie di un disco stroboscopico, calettato sull'albero di un motore asincrono connesso colla stessa sorgente di corrente alternata, oppure su quello di un motore a corrente continua, munito di una resistenza conveniente nel circuito di eccitazione per poterne variare in modo graduale la velocità. Col motore asincrono l'esperimento riesce più facile, perchè l'armatura ha sempre una velocità di poco inferiore a quella di sincronismo, e la differenza può essere variata a piacere fra determinati limiti frenando ad arte il motore.

Col motore a corrente continua, la cui velocità non dipende in alcun modo diretto dalla frequenza della corrente alternata, è egualmente possibile ottenere velocità leggermente superiori od inferiori a quella di sincronismo; leggerissime variazioni di potenziale o di eccitazione possono peraltro cambiare il segno della velocità differenziale, e con esso cambia radicalmente l'ordine nel quale si succedono le immagini istantanee dell'arco, e quindi la percezione che si ha del fenomeno. Se difatti la velocità del disco è minore di quella corrispondente alla frequenza della corrente alternata, ognuna delle immagini dell'arco è ritardata di fronte alla precedente di una piccola parte del periodo, e la successione di esse si presenta nello stesso ordine in cui le condizioni naturali dell'arco ricorrono in modo continuo nella durata di un periodo. Se invece la velocità del disco è maggiore di quella di sincronismo, ogni immagine nuova corrispondo ad un istante del periodo anticipato rispetto a quello dell'immagine precedente, ed il fenomeno viene percepito in ordine inverso. La differenza assoluta di velocità caratterizza in ogni caso ed in modo esclusivo la durata del periodo apparente dell'oscillazione luminosa, e questa può così variarsi senza difficoltà quando si vogliono modificare le condizioni dell'osservazione.

(1) *The Electrician*, dicembre 1903.

Digitized by Google

Verificato qualitativamente il fenomeno, il quale ha tali caratteri di evidenza da potersi riprodurre con grande facilità anche a scopo di dimostrazione diretta davanti ad una udienza numerosa, il nostro pensiero era stato di fissare nella durata di uno dei periodi differenziali una serie d'immagini più o meno numerosa con l'aiuto di un cinematografo.

Non avendo però a disposizione l'apparecchio, e d'altronde bene prevedendo le difficoltà di dare uno sviluppo conveniente alle immagini, che dovevano ricavarsi in condizioni d'illuminazione estremamente disparate, noi preferimmo di arrestarci definitivamente alla osservazione delle immagini permanenti, come avevano già fatto alcuni altri sperimentatori.

Ci servimmo pertanto di un motore sincrono che si poteva alimentare con la stessa sorgente di corrente alternata. Per l'avviamento di esso e per le osservazioni preliminari col metodo differenziale, ci potevamo valere di un motore ausiliario a corrente continua, collegato al primo mediante una cinghia, ed alimentato da una batteria di accumulatori, ovvero dalla distribuzione della città. Una resistenza a sezioni numerose, inserita nel circuito derivato della eccitazione, permetteva di variare per gradi piccolissimi la velocità nella prossimità del sincronismo, essendo le differenze esattamente controllate da uno dei soliti sistemi ottici ben noti di sincronizzazione. Con velocità leggermente divergenti da quella di sincronismo era così possibile di seguire con l'occhio le lente oscillazioni luminose dell'arco in ordine diretto od inverso; portato il motore a sincronismo, e connessa l'armatura con la rete di distribuzione della corrente alternata, la velocità era rigorosamente mantenuta, e da un punto fisso l'occhio o l'apparecchio fotografico raccoglievano, attraverso al disco stroboscopico, un'immagine permanente dell'arco, la quale corrispondeva ad un istante bene determinato del periodo come nelle esperienze di Joubert, Görges, Fleming e Burnie. Per variare l'immagine doveva naturalmente essere spostato di un certo angolo il disco sull'asse, ciò che, ad evitare la complicazione dell'ingegnoso apparecchio di Burnie (1), noi facevamo arrestando momentaneamente la macchina senza spegnere per altro la lampada.

Delle vedute fotografiche da noi così rilevate, alcune serie sono riprodotte nella tavola annessa, e l'esame riesce più istruttivo se ognuna di esse si paragona con le immagini dell'arco a corrente continua, rilevate da noi in condizioni analoghe sopra una lampada differenziale di Siemens da 10 ampère, avente un carbone negativo

(1) Loco citato.

Digitized by Google

omogeneo, ed uno positivo a miccia, e riportate nelle figure *A*, *B* e *C*, rispettivamente per le tensioni di 44, 50 e 55 volt.

Fig. *A*. Fig. *B*. Fig. *C*.

$P = 44^{v}$ $P = 50^{v}$ $P = 55^{v}$

Come è ben noto, l'arco si presenta qui in forma di una fiamma estremamente brillante, la quale si distacca dall'estremità del carbone negativo e si allarga gradatamente fino a lambire il cratere del carbone positivo. Alla superficie di questo si presenta la massima resistenza pel passaggio della corrente, e si sviluppa quindi la massima quantità di calore; si manifesta così allo stesso luogo la temperatura più elevata e la più intensa radiazione luminosa.

Le figure 1 e 2 della tavola riproducono ordinatamente 10 immagini diverse dell'arco ricavate ad intervalli eguali nel mezzo periodo per una lampada a corrente alternata, con l'apparecchio di regolazione in derivazione, munita rispettivamente di carboni omogenei e di carboni a miccia; la figura 3 quelle dell'arco di una lampada differenziale di Ganz a carboni impregnati di marca gialla, rivolti in basso.

Le piccole divergenze che si manifestano nella forma e posizione relativa dei carboni erano assai difficili ad evitarsi in una serie di esperienze, che per le trasposizioni del disco si doveva ad ogni osservazione nuova interrompere.

Sarebbe ozioso ripetere qui le osservazione interessanti già fatte da Blondel a proposito delle immagini fotografiche dell'arco da lui rilevate.

La fotografia non può riprodurre con molta fedeltà il fenomeno, dal punto di vista ottico, perchè il potere attinico dell'arco propriamente detto relativamente a quello dei carboni incandescenti è talmente elevato, che i due risultano completamente sproporzionati alla intensità luminosa rispettiva.

Per rendere più semplice il confronto, ogni fotografia fu rilevata da noi con la medesima durata di esposizione, brevissima per quanto permetteva la manovra più rapida dell'otturatore. L'apertura di questo

Digitized by Google

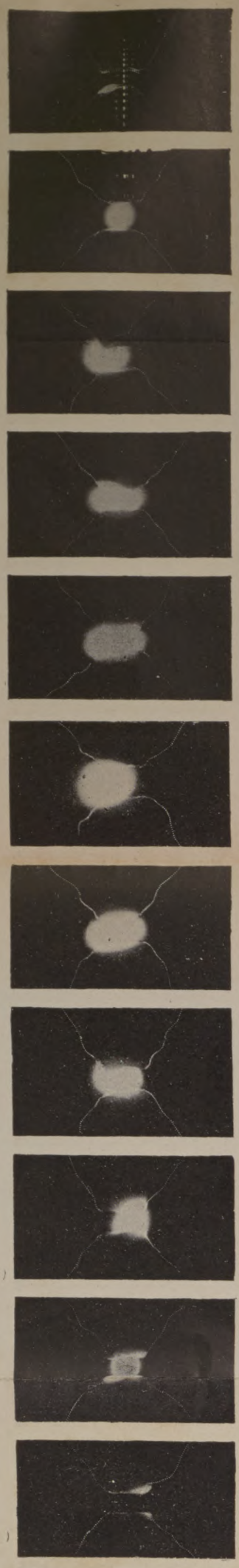


Fig 1.

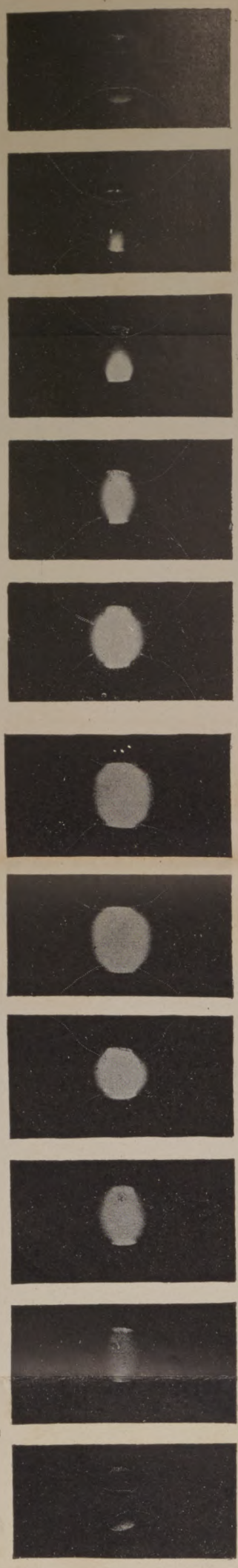


Fig. 2.

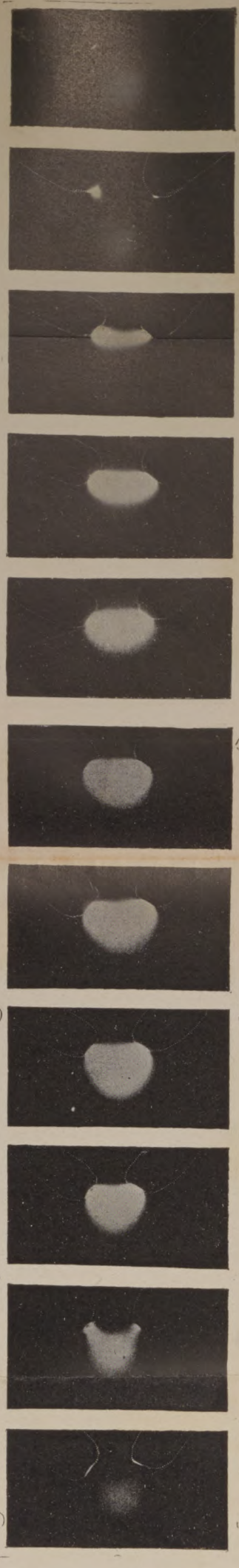


Fig. 3.

Fig. 4.

Digitized by Google

Digitized by Google

era forse dell'ordine di alcuni centesimi di 1″; ma, intercettandosi la veduta dell'arco per l'interposizione del disco rotante durante la massima parte del tempo, ad eccezione degli istanti in cui all'obbiettivo dell'apparecchio fotografico si affacciavano le feritoie circolari di piccolo diametro, la durata effettiva dell'esposizione non eccedeva in verità alcuni millesimi di 1″. Ad intercettare i raggi di maggiore lunghezza d'onda, provenienti essenzialmente dai carboni e dalla fiamma, che a guisa di aureola circonda l'arco, era interposto uno schermo di vetro violetto. La durata dello sviluppo e la forza del bagno vennero poi scelte per ogni lastra in modo da ottenere le immagini sufficientemente dettagliate; le precauzioni necessarie però riuscirono all'uopo così minuziose, da togliere ogni fiducia nella possibilità di una buona riproduzione cinematografica del fenomeno.

Come è facile d'intuire, e come fu già osservato in linea di massima da altri sperimentatori, la radiazione luminosa dell'arco propriamente detto fra elettrodi di carbone cessa completamente quando l'intensità di corrente si annulla, e non si ripristina se non quando questa ha superato nuovamente un certo limite. Perciò è necessario che si sia stabilita fra gli elettrodi una certa differenza di potenziale, il cui massimo valore momentaneo dipende essenzialmente dalla natura dei carboni, e dalla frequenza e dalla legge di variazione della forza elettromotrice applicata. In genere essa è tanto più elevata quanto meno stabile è l'atmosfera di gas conduttori che si forma fra gli elettrodi, e lenta la variazione della corrente dopo l'istante della inversione.

L'aspetto dell'arco nei successivi istanti cambia adunque sostanzialmente con la forma della corrente e con la qualità dei carboni. Fra i carboni a miccia e quelli impregnati l'arco si forma come una piccola fiamma che nasce dall'elettrodo negativo, e si estende più o meno rapidamente a lambire il cratere positivo.

Fra carboni omogenei l'arco compare invece quasi improvvisamente in tutta la sua lunghezza, dilatandosi a guisa di un globo luminoso, che va roteando agli orli degli elettrodi, e scompare di nuovo quasi improvvisamente, dopo di essersi un poco assottigliato, verso la fine del mezzo periodo. L'incremento dell'arco al principio del mezzo periodo è in genere più lento del suo decrescimento verso la fine di esso, come aveva già mostrato Blondel. Il debole potere attinico dei carboni incandescenti non permette di stabilire un confronto molto accurato di intensità luminosa fra i due crateri.

Le curve rilevate da noi della variazione della intensità di cor-

Digitized by Google

rente e della differenza di potenziale ai morsetti della lampada non vengono riprodotte qui, perchè non presentano alcuna differenza sostanziale da quelle già pubblicate da parecchi altri autori. Esse però confermano quelle prime osservazioni, e mostrano chiaramente come nell'arco fra carboni omogenei la resistenza ohmica subisca le più grandi variazioni per la minore stabilità della colonna gasosa. A ripristinare l'arco si rendono difatti necessari al principio di ogni mezzo periodo valori momentanei notevolmente più elevati della tensione, ed in corrispondenza di essi la corrente conserva per una maggiore porzione del tempo una intensità molto esigua. Il fattore di potenza acquista perciò valori relativamente più bassi, ed in genere è anche più basso il coefficiente di rendimento. Misurando l'energia ai morsetti della lampada (con che s'include la corrente derivata per l'apparecchio di regolazione), noi trovammo in media come fattore di potenza per l'arco a carboni omogenei 0.63 e pei carboni a miccia 0.94; per la lampada coi carboni impregnati il valore medio fu di 0.86; il diametro dei carboni adoperati era rispettivamente 12, 13 ed 8 mm., e la differenza di potenziale 44, 36 e 39 volt; l'intensità di corrente era in ogni caso di 11 ampère.

Fra elettrodi di metallo Aron (1) ha dimostrato che la loro grande conduttività termica e la rapida condensazione dei vapori impediscono il mantenimento dell'arco a corrente alternata, quando la differenza di potenziale efficace non supera un determinato limite, e questo a parità di forma e dimensione degli elettrodi è senza paragone più alto che non per gli elettrodi di carbone. Più precisamente Aron giudicò che non si dovesse ripristinare l'arco fra gli elettrodi metallici, dopo l'interruzione che interviene alla fine di ogni mezzo periodo, se non per l'azione di una differenza momentanea di potenziale così elevata da produrre fra gli elettrodi una vera e propria scarica disruptiva, come quella che si forma all'innalzarsi della tensione fra le punte di uno spinterometro, collegato ad una macchina elettrostatica oppure ad un apparecchio d'induzione.

Ora il fatto è chiaramente confermato dalla fig. 4 della nostra tavola, la quale riproduce per 10 istanti diversi di un mezzo periodo l'immagine dell'arco fra due elettrodi di rame del diametro di 5 mm., aventi le estremità lavorate a forma di coni con le punte distanti 6 mm. La seconda immagine, a circa $^1/_{10}$ della durata del mezzo periodo, lascia chiaramente vedere la scintilla disruptiva che scocca dall'elettrodo negativo verso il positivo, sotto una differenza momen-

(1) *Wiedemann's Annalen*, 1896.

Digitized by Google

tanea di potenziale certamente elevatissima. Difatti per avviare il passaggio della corrente e la produzione dell'arco all'inizio di ogni esperienza si rendeva necessaria fra gli elettrodi una differenza efficace di potenziale non minore di 6500 volt; questa veniva da noi prodotta mediante il secondario di un grosso rocchetto di Ruhmkorff, adoperato come trasformatore, e si abbassava poi durante l'esperienza regolare a circa 1200 volt, regolando opportunamente la corrente alternata fornita al primario. La frequenza era di 40 periodi al 1″; l'intensità efficace di corrente 0.06 ampère.

In tutta la serie di figure è nettamente distinto l'aspetto luminoso dei due elettrodi, il quale presenta un'analogia notevole con quello dell'anodo e del catodo di un ordinario apparecchio d'induzione. Secondo le osservazioni di Lecher (1) non si presenterebbe alle due superfici di contatto di un arco simile cogli elettrodi alcuna differenza di resistenza; secondo il Child (2) la differenza sarebbe appena apprezzabile; da questo punto di vista l'arco fra elettrodi metallici si distingue sostanzialmente da quello fra elettrodi di carbone. La resistenza complessiva dell'arco, della quale anche qui sarebbe possibile ricavare i valori rilevando con uno dei noti artifizi le curve del potenziale e della corrente, subisce adunque nella durata di ogni mezzo periodo variazioni enormi, in conseguenza delle quali il fattore di potenza assume valori notevolmente più bassi che non nelle lampade ordinarie. In verità Guye e Monasch trovarono per esso come valor medio in condizioni simili a quelle delle nostre esperienze 0.58.

Noi avremmo desiderato di poter studiare nel medesimo modo i fenomeni luminosi, certamente interessanti, che intervengono nelle moderne lampade ad arco a vapori di mercurio, e nei convertitori di corrente ideati da Cooper Hewitt. Disgraziatamente però tali apparecchi a corrente alternata non si trovano per ora in commercio, essendosi incontrata una certa difficoltà a mantenere l'arco stabile, e resa perciò la fabbricazione notevolmente più complicata di quella delle lampade analoghe a corrente continua, che oramai sono abbastanza diffuse in America. Sull'interruttore a mercurio di Cooper Hewitt furono bensì eseguite delle ricerche interessanti da G. W. Pierce (3), il quale ne ha già rilevato mediante lo specchio rotante e pubblicato una bella serie di fotografie.

(1) *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1887.
(2) *Physical Review*, 1900 901.
(3) *Proceedings of the Am. Acad. of Arts and Siences*. 1904.

Digitized by Google

Con l'aiuto del disco stroboscopico riuscì facile a noi di rilevare, mediante le osservazioni di un bolometro e di una cella a selenio, le variazioni della radiazione termica e di quella luminosa che emanano dai carboni di una lampada ad arco ordinaria. Risultati molto accurati di una ricerca simile vennero già pubblicati, come dicemmo, da Burnie (1) il quale peraltro misurava le radiazioni luminose direttamente col fotometro. Impiegando, per muovere il disco stroboscopico, un motore asincrono, in luogo di un motore sincrono, come egli faceva, si ha il vantaggio di poter seguire le variazioni in modo continuo nella durata di un periodo, la lunghezza del quale può essere amplificata quasi a piacimento; questo rende il metodo particolarmente utile per scopo di dimostrazione. La radiazione termica in causa della grande massa degli elettrodi varia tuttavia molto poco, e si richiede un bolometro molto sensibile, quando se ne voglia fare una misura precisa.

Lo stesso metodo stroboscopico a velocità differenziali può ancora utilmente applicarsi per lo studio di molti fenomeni alternativi, la cui durata periodica è troppo breve per potersi adattare ad una osservazione diretta.

Un esempio è offerto dalle oscillazioni pendolari di macchine a corrente alternata, collegate in parallelo, quali furono studiate sperimentalmente da Görges (2), misurando le oscillazioni apparenti di un disco a segmenti colorati fisso sull'albero, ed illuminato da una sorgente luminosa esterna di intensità periodica e della stessa frequenza.

Evidentemente alla sorgente luminosa potrebbe essere sostituito come mezzo di traguardo per una misura angolare molto accurata un disco stroboscopico, portato da un motore indipendente alla velocità esatta di sincronismo, ossia che si disponesse di un motore sincrono propriamente detto, in condizioni tali da poterlo alimentare con corrente alternata della medesima frequenza, sulla quale non si risentissero le influenze delle oscillazioni pendolari delle macchine in esame; ovvero che si potesse alimentare un motorino con la corrente continua ricavata da una batteria di accumulatori, regolandone la velocità esattamente ad un valore proporzionale od eguale a quello di sincronismo.

In questa forma il metodo potrebbe anche utilizzarsi per studiare le oscillazioni di velocità delle motrici a stantuffo, e per controllare il grado di regolarità ottenuto coi volani.

(1) *The Electrician*, 1897.
(2) *Elektrotechische Zeitschrift*, 1900.

Digitized by Google

N. 2.

A PROPOSITO DI UN FASOMETRO RECENTEMENTE PROPOSTO

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. Dott. P. BARRECA** *alla Sezione di Roma*

nella seduta del 9 gennaio 1905.

In una recente comunicazione (25 maggio 1904) alla nostra Associazione elettrotecnica italiana (1) l'ing. F. E. Carcano ha esposto il principio ed ha sperimentato un nuovo fasometro che darebbe immediatamente il fattore di potenza colla riduzione alla immobilità di un certo disco. Con la riduzione di un certo indice sempre alla stessa posizione si leggerebbe anche il fasometro proposto dal professore A. Grau nell'*E. T. Z.* (31 marzo 1904, pag. 251) e fondato su un principio del tutto diverso, ma che avrebbe sul primo apparecchio il vantaggio d'indicare effettivamente per qualunque forma di corrente o di tensione il fattore di potenza.

Mi pare interessante osservare che nel fasometro dell'ing. Carcano, limitandoci al caso delle correnti trifasi:

1° Se le forme della corrente e della tensione sono sinusoidali si può tracciare la graduazione razionalmente colla semplice formola:

$$P = \cos \text{ arco tang } \frac{r - 2R_2}{r + 2R_2}\sqrt{3} = \sqrt{\frac{1}{1 + 3\left(\frac{r - 2R_2}{r + 2R_2}\right)^2}}$$

invece della graduazione empirica proposta. La P è il cercato fattore di potenza, r la resistenza complessiva del reostato su cui sta il corsoio mobile ed R_2 il segmento di essa che va da detto corsoio all'estremo dell'altro reostato fisso. L'evitare la graduazione empirica colle annesse cause d'errore sostituendole la misura del rapporto di due resistenze deve (in questo caso particolare) essere vantaggiosa.

---

(1) Ing. F. E. Carcano, *Nuovo metodo ed apparecchio per la misura del fattore di potenza. Atti dell'A. E. I.*, vol. VIII, fasc. 4°, pag. 368.

Digitized by Google

2° Se la forma della corrente o quella della tensione, od anche entrambe, si scostano da quelle che hanno servito alla taratura empirica, questa non dà più il fattore di potenza e non lo dà nemmeno la precedente formola; anzi non è possibile nessuna graduazione.

3° Si può fare a meno dell'apparecchio speciale a disco adoperando un wattometro, in cui però sia possibile introdurre, senza scariche disdruptive, tra i due avvolgimenti le differenze di potenziale dell'esperimento. In questo caso si ha anche qualche vantaggio minore, ma sussiste l'inconveniente secondo.

***

Suppongo che le tre tensioni siano uguali (ed a 120°) il che avverrà in pratica solo con carichi equilibrati. Riporto nella fig. 1 per maggiore chiarezza lo schema dell'apparecchio per corrente trifase; esso non differisce sostanzialmente da quello a pag. 370 della citata comunicazione. I grossi tratti 1, 2, 3 indicano i fili di linea delle tre fasi, le 13 e 23 sono forti resistenze antinduttive dell'istrumento, al pari di HK, essendo H e K due contatti a corsoio. B e b rappresentano due bobine agenti sopra un medesimo disco conduttore girevole D e si possono inoltre supporre derivati da 1 a 3 e a 2 da 3 altri due carichi eguali a quello indicato con la dicitura: app. di utilizzazione.

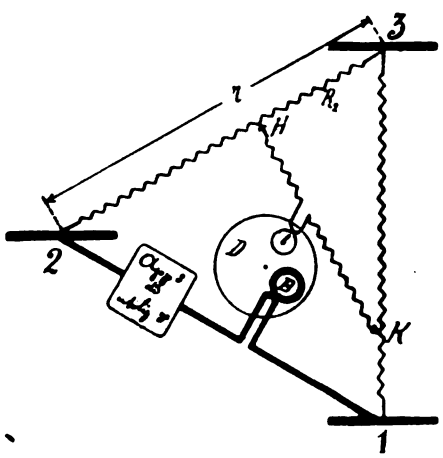


Fig. 1.

Si spostano i corsoi fino a che non gira più il disco e si legge il fattore di potenza in relazione alla posizione dei corsoi; veramente nella citata comunicazione è supposto per maggiore semplicità fisso il punto K, ma non alteriamo sostanzialmente la cosa supponendo che anch'esso sia mobile.

Digitized by Google

I. Indicazione dello strumento pel caso di corrente e tensione sinusoidale.

Dobbiamo prima di tutto, nel caso che la corrente e la tensione siano sinusoidali, trovare quale è la fase della corrente che percorre la bobina b di filo sottile in relazione alla tensione T_5 utilizzata nel carico; supponiamo che, come in gran parte degli istrumenti tecnici di precisione, la resistenza ohmica inserita da H a K sia tanto grande rispetto all'autoinduzione della bobina b che si possa trascurare l'effetto dell'autoinduzione stessa. Indichino nella fig. 2, A B C i fili di linea; dopo aver numerato come è fatto, i conduttori, chiamiamo T_n il vettore tensione tra gli estremi ed R_n la resistenza del conduttore ennesimo.

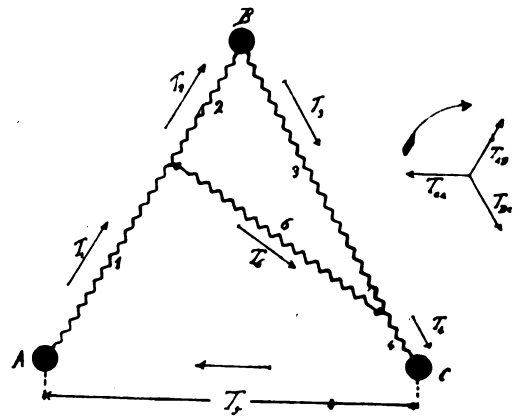


Fig. 2.

Scriviamo pei vettori T_n e per quelli $\frac{T_n}{R_n}$ le equazioni Kirckhoff; ad evitare di assegnare ad uno stesso vettore in equazioni diverse un senso diverso come positivo, segniamo delle freccie ad arbitrio come al solito.

Abbiamo (vettorialmente):

$$T_6 + 0 \quad - T_3 \quad - T_2 \quad + 0 = 0$$

$$0 + 0 \quad + 0 \quad + T_2 \quad + T_1 = T_{AB} = T_5 e^{+ i\frac{2\pi}{3}}$$

$$0 + T_4 \quad + T_3 \quad + 0 \quad + 0 = T_{BC} = T_5 e^{- i\frac{2\pi}{3}}$$

$$R_4 R_3 T_6 - R_6 R_3 T_4 + R_4 R_6 T_3 + 0 \quad + 0 = 0$$

$$R_2 R_1 T_6 + \quad 0 + 0 \quad + R_1 R_6 T_2 - R_6 R_2 T_1 = 0$$

Digitized by Google

e possiamo applicare le formole che risolvono le equazioni algebriche intendendole vettorialmente; abbiamo in grandezza e fase (T_5 noto):

$$T_6 = \frac{\begin{vmatrix} 0, & 0, & -1, & -1, & 0 \\ e^{i\frac{2\pi}{3}} & 0, & 0, & 1, & 1 \\ e^{-i\frac{2\pi}{3}} & 1, & 1, & 0, & 0 \\ 0, & -R_6 R_3, & R_4 R_6, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & R_1 R_6, & -R_6 R_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1, & 0, & -1, & -1, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1, & 1 \\ 0, & 1, & 1, & 0, & 0 \\ R_4 R_3, & -R_6 R_3, & R_4 R_6, & 0, & 0 \\ R_2 R_1, & 0, & 0, & R_1 R_6, & -R_6 R_2 \end{vmatrix}} T_5$$

Il denominatore, puramente scalare, non interessa i nostri calcoli e perciò non lo sviluppiamo, il numeratore è:

$$-R_6^2 \left\{ e^{i\frac{2\pi}{3}} R_2 (R_4 + R_3) + e^{-i\frac{2\pi}{3}} R_3 (R_2 + R_1) \right\}$$

e poichè:

$$e^{ix} = \cos x + i \operatorname{sen} x = \text{nel nostro caso a } -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$e^{-ix} = \cos x - i \operatorname{sen} x = \quad » \quad » \quad » \quad -\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

cosi:

$$\text{Num} = \frac{-R_6^2}{2} \left\{ -[R_4 R_2 + R_1 R_3 + 2 R_2 R_3] + i\sqrt{3}\,[R_4 R_2 - R_1 R_3] \right\}$$

La fase δ (valore angolare) di T_6 rispetto T_5 è la fase del numeratore perchè il denominatore è un numero reale e perciò:

$$(1) \qquad \delta = \text{arco tang} \frac{R_1 R_3 - R_4 R_2}{R_1 R_3 + R_4 R_2 + 2 R_2 R_3}\sqrt{3}$$

sempre per tensione sinusoidale.

Digitized by Google

Osservazione. — Questa fase risulta indipendente da R_6, dunque scelte le posizioni dei corsoi, cioè R_1, R_2, R_3, R_4, il variare R_6 non fa che spostare nel diagramma seguente (fig. 3) delle tensioni i punti M N sulla retta che li congiunge senza cambiare la orientazione di essa retta. Il valore della resistenza addizionale dell'apparecchio può dunque essere sconosciuto e venir cambiato durante gli esperimenti.

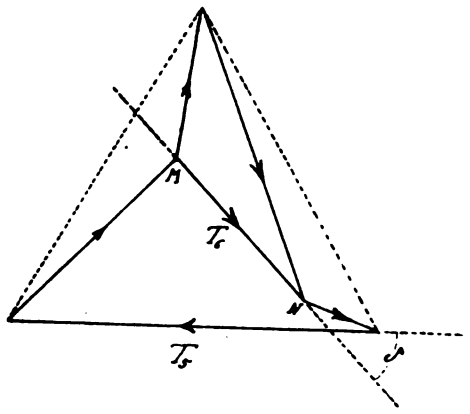


Fig. 3.

Semplificazione. — Nel caso speciale che l'apparecchio sia costruito precisamente come nella comunicazione dell'ing. Carcano, cioè con R_3 ed R_4 fisse ed uguali tra loro, la formola (1) si semplifica e (indicando con r la resistenza complessiva del reostato a corsoio mobile, cioè $R_1 + R_2$) diviene:

$$\delta = \text{arco tang} \frac{r - 2R_2}{r + 2R_2} \sqrt{3}.$$

Nel caso qui considerato di corrente e tensione sinusoidale, il fattore di potenza P è il coseno di un certo angolo φ di cui è in ritardo la corrente I rispetto a T_5 e la fase della corrente che percorre la bobina b rispetto a quella della bobina B è $\varphi \pm \delta$ a seconda del senso in cui si sono spostati i corsoi per l'arresto del disco. Anche lo scambio tra di loro dei fili che vanno ai morsetti della bobina sottile b, può influire sulla fase anzidetta, ma solo introducendo o no $\pm 180°$.

Dunque, in ogni caso, quando il disco è fermo:

$$\text{sen } (\varphi \pm \delta) = 0$$

e:

$$P = \cos \delta = \cos \text{ arco tang} \frac{r - 2R_2}{r + 2R_2} \sqrt{3}$$

che dà la graduazione razionale dell'apparecchio.

Digitized by Google

II. **Indicazione dell'apparecchio per corrente (o tensione) non sinusoidale.**

Analogamente a quanto ha fatto J. Theichmüller (1) per il fasometro Dobrowolsky, possiamo dimostrare che l'apparecchio Carcano non dà il fattore di potenza se le onde non sono sinusoidali. Egli trova (dette E_m, I_m le ampiezze delle armoniche emmesine nella tensione E o nella corrente I e φ_m la loro differenza angolare di fase) che essendo il fattore di potenza P dato notoriamente da:

$$P = \frac{\Sigma_m E_m I_m \cos \varphi_m}{\sqrt{\Sigma_m E^2_m \Sigma_m I^2_m}}$$

la coppia C invece che sollecita l'organo mobile (e di cui è esclusivamente funzione la lettura) è data dalla formola:

$$C = K \omega \Sigma_m m E_m I_m \operatorname{sen} \varphi_m$$

esprimente tra le altre cose « la infelice proprietà del fasometro » (2) di dare maggiore importanza relativa alle armoniche più elevate.

La K è una costante strumentale ed $\frac{\omega}{2\pi}$ la frequenza della fondamentale.

* * *

Queste due formole non possono essere applicate al fasometro Carcano, perchè per il modo stesso di adoperarlo i φ della seconda formola diventano diversi da quelli della prima e legati ad essi da relazione complicata.

Invece di sviluppare (come è supposto nelle due formole precedenti) la E e la I in una serie di soli seni (o di soli coseni), rappresentiamole con:

$$I = A_1 \operatorname{sen} x + A_2 \operatorname{sen} 2x + A_3 \operatorname{sen} 3x + \dots + B_1 \cos x + B_2 \cos 2x + B_3 \cos 3x + \dots$$

$$E = A_1' \operatorname{sen} (x - \varphi) + A_2' \operatorname{sen} 2(x - \varphi) + A_3' \operatorname{sen} 3(x - \varphi) + \dots + B_1' \cos (x - \varphi) + B_2' \cos 2(x - \varphi) + \dots$$

il che ci di dispensa dal considerare sfasamenti di ciascuna armonica di I (oppure E) rispetto alle rimanenti. Abbiamo per mag-

(1) J. Theichmüller, *Theorie und Anwendung des Phasometers. Elektrotecnische Zeitschrift*, 1897, pag. 650.

(2) Ivi.

Digitized by Google

giore semplicità di esposizione scritto anche le armoniche pari di E benchè notoriamente siano spesso trascurabili e quelle triple, sestuple, ecc. di I benchè manchino rigorosamente quando il carico è equilibrato. Abbiamo (1) per il fattore di potenza:

$$(2) \qquad P = \frac{\sum_m \{ (A_m A'_m + B_m B'_m) \cos m\beta - (A_m B'_m - A'_m B_m) \operatorname{sen} m\beta \}}{\sqrt{\sum_m (A_m^2 + B_m^2) \sum_m (A'^2_m + B'^2_m)}}$$

e osserviamo che questo è uno sviluppo della funzione P di β in serie di Fourier; rappresentiamola con una curva nella figura 4.

Consideriamo la corrente i nella bobina di filo sottile dell'apparecchio; essa, essendo ottenuta dalla tensione trifase data mediante una rete di pure resistenze ohmiche, ha la stessa forma di quella, e precisamente ogni sua armonica è sfasata rispetto alla corrispondente in T_5 di uno stesso angolo δ dipendente dalla posizione dei corsoi e dato dalla formola ottenuta per corrente sinusoidale:

$$\delta = \text{arco tang} \frac{r - 2R_2\sqrt{3}}{r + 2R_2}$$

Quello che a noi interessa considerare (oltre l'angolo precedente δ ed il β esistente di per sè tra I_m e la corrispondente di T_5) è l'angolo γ di cui ciascuna armonica di i è sfasata rispetto alla corrispondente di I; si ha evidentemente:

$$\gamma = \beta \pm \delta \pm 180$$

a seconda del senso in cui sono stati mossi i corsoi prima di ottenere la fermata del disco e del modo con cui la tensione T_6 è introdotta nella bobina b.

Ciò posto, con un calcolo che per maggiore speditezza espongo in appendice alla comunicazione, trovo che quando il disco è fermo:

$$0 = \sum_m m \{ (A_m B'_m - A'_m B_m) \cos m\gamma - (A_m A'_m + B_m B'_m) \operatorname{sen} m\gamma \}$$

e poichè questa espressione non è che il valore speciale di:

$$-\sqrt{\sum_m (A^2_m + B^2_m) \sum_m (A'^2_m + B'^2_m)} \times \frac{\partial P}{\partial \beta}$$

(1) Vedi Aug. J. Bowie, *Power Factor Measurements*, in *Electrical World and Engineer*. Vol. XXXIV, pag. 898, equaz. 4, dicembre 1899.

Il segno meno del numeratore è però in Bowie sostituito da un più perchè prende β positivo quando I_m ritarda rispetto E_m. A noi comoda l'opposto.

Digitized by Google

per $\beta = -\gamma$, si deduce che γ è quel valore speciale di β che rende massimo P. (Suppongo per semplicità che P abbia un solo massimo in ogni suo mezzo periodo).

Fissiamo nella fig. 4 la nostra attenzione sopra alcuni dei valori che può prendere γ e siano γ', γ'', γ''', poi supponiamo il caso particolare che manchino in P le armoniche di posto pari, sicchè ogni sua mezza onda sia simmetrica. Si avrà:

$$\delta' = \frac{\pi}{2} - \lambda \qquad \delta'' = \frac{\pi}{2} + \lambda \qquad \delta''' = \frac{3\pi}{2} - \lambda$$

e risulta evidente che non vi è *alcuna relazione unica e determinata*, valevole per tutti i casi, tra $P = DE$ e la lettura δ che si fa

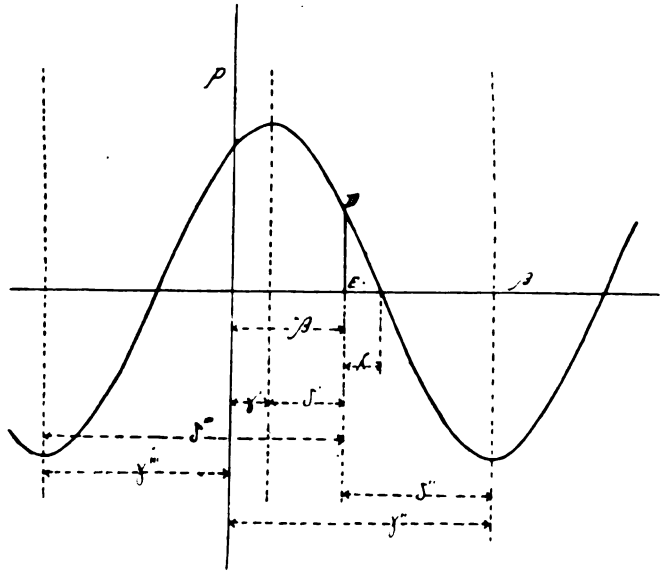


Fig. 4.

allo strumento Carcano (1), giacchè non ve ne è alcuna tra DE e λ. La relazione tra DE e λ varia coi coefficienti arbitrari dello sviluppo di P in serie di Fourier; non vi è pertanto possibilità di graduazione.

(1) O che si potrebbe fare se l'apparecchio fosse graduato razionalmente o con corrente sinusoidale.

Digitized by Google

III. Uso di un wattmetro.

Una modificazione possibile oltre quella della graduazione *a priori* di cui al capo I è quella di sopprimere l'influenza dei fattori m adoperando, invece di un apparecchio speciale a disco girante, un ordinario wattmetro, tale però che non vi sia pericolo di scariche disdruptive tra i due avvolgimenti, coi potenziali dell'esperimento. Molte bilancie wattmetriche possono servire senz'altro allo scopo. La condizione a cui adesso soddisfa il γ è evidentemente quella di annullare il numeratore di P e perciò P stesso quando lo si sostituisca a β; la figura 4 chiarisce ancora qui che la forma della curva P essendo arbitraria; non vi è *relazione unica* tra l'angolo λ che si potrebbe leggere in funzione della posizione dei corsoi e $DE = P$. Si ha però l'eliminazione dei fattori m.

Senza fare ricerche prolungate, ho fatto qualche esperimento col metodo così modificato, adoperando una bilancia wattmetrica e resistenze bifilari divise in sezioni; la forma della corrente era molto lontana dalla sinusoidale come constatai rilevandola con un ondografo Hospitalier. Se la corrente e la tensione fossero state sinusoidali si sarebbe potuto calcolare P colla formola:

$$P = \operatorname{sen} \lambda = \operatorname{sen} \text{ arco tang } \frac{R_1 R_3 - R_4 R_2}{R_1 R_3 + R_4 R_2 + 2 R_2 R_3} \sqrt{3}$$

Invece l'uso di questa stessa formola colla corrente del nostro caso dava errori notevoli; in paragone al P rilevato col solito metodo del watt, volt, ed amper-metro si avevano differenze del 30 a 40 per cento. Risultò la non influenza della resistenza addizionale che poteva, senza disturbare l'equilibrio ottenuto, passare da 10000 a 4000 ohm e staccando un capo della bobina sottile che le azioni elettrostatiche potevano del tutto trascurarsi.

Appendice alla comunicazione.

Dimostrazione della formola:

$$O = \sum_m m \{ (A_m B'_m - A'_m B_m) \cos m\gamma - (A_m A'_m + B_m B'_m) \operatorname{sen} m\gamma \}$$

Osserviamo dapprima che la tensione t_6 (1) agente agli estremi del circuito sottile dello strumento, non differisce dalla tensione E agli estremi del carico, che:

---

(1) Indichi t_6 il valore istantaneo del vettore che è stato chiamato T_6.

Digitized by Google

1° Per un fattore numerico p che riduce egualmente tutti i coefficienti della serie di Fourier, che dipende dalla posizione dei corsoi e che si otterrebbe facilmente sviluppando ambo i determinanti del 1° paragrafo.

2° Perchè l'angolo β (di cui nel testo circa la E) è qui sostituito da un γ variabile colla posizione dei corsoi.

Supponendo perciò di avere dapprima una sola onda semplice per I e per la tensione trifase, si ha:

$$I = A_1 \operatorname{sen} x + B_1 \cos x$$

$$t_6 = \frac{A'_1}{p} \operatorname{sen}(x-\gamma) + \frac{B'_1}{p} \cos(x-\gamma) =$$

$$= \left[\frac{A'_1}{p}\cos\gamma + \frac{B'_1}{p}\operatorname{sen}\gamma\right]\operatorname{sen} x + \left[\frac{B'_1}{p}\cos\gamma - \frac{A'_1}{p}\operatorname{sen}\gamma\right]\cos x$$

e per la corrente i nella bobina sottile, abbiamo indicando con L ed M il contenuto delle due parentesi quadre:

$$i = \frac{L}{\rho}\operatorname{sen} x + \frac{M}{\rho}\cos x$$

dove è ovvio il significato di ρ (supposto interamente ohmico).

Le correnti sviluppate dalle variazioni di i e da quelle di I si compongono in linee di correnti la cui distribuzione è girante col tempo nel disco, ma ridecomponendo ciascun filetto girante nelle sue componenti dovute a $\frac{\partial i}{\partial t}$ e $\frac{\partial I}{\partial t}$ avremo distribuzioni fisse nello spazio e le azioni elettrodinamiche si riducono alle due seguenti:

1° La corrente I circolando nella bobina grossa dell'apparecchio, genererà nel disco correnti coi valori istantanei proporzionali a $\frac{\partial I}{\partial t}$ e su di esse agirà il flusso prodotto da i mediante la bobina sottile.

2° Analogamente, il flusso prodotto da I agirà sulle correnti sviluppate da $\frac{\partial i}{\partial t}$.

Quanto alle azioni di I sopra le correnti prodotte da $\frac{\partial I}{\partial t}$ e quelle prodotte dall'azione di i sulle correnti sviluppate da $\frac{\partial i}{\partial t}$ sono nulle complessivamente in un periodo. Dette C_1 e C_2 due costanti (in ge-

Digitized by Google

nerale diverse da loro) dipendenti dalla costruzione e posizione relativa delle bobine e del disco e dal materiale di quest'ultimo, la coppia C motrice è:

$$C = C_1 I \frac{\partial i}{\partial t} + C_2 i \frac{\partial I}{\partial t} = \omega C_1 I \frac{\partial i}{\partial x} + \omega C_2 i \frac{\partial I}{\partial x}$$

che calcoleremo mediante le:

$$I = A_1 \operatorname{sen} x + B_1 \cos x \qquad \frac{\partial I}{\partial x} = A_1 \cos x - B_1 \operatorname{sen} x$$

$$i = \frac{L}{\rho} \operatorname{sen} x + \frac{M}{\rho} \cos x \qquad \frac{\partial i}{\partial x} = \frac{L}{\rho} \cos x - \frac{M}{\rho} \operatorname{sen} x$$

e basterà nello sviluppo conservare solamente i termini che conterranno $\operatorname{sen}^2 x$ o $\cos^2 x$ perchè gli altri essendo in $\cos x \times \operatorname{sen} x$ darebbero zero nella integrazione lungo un periodo. Dunque:

$$\omega C_1 \left\{ - A_1 \frac{M}{\rho} \operatorname{sen}^2 x + B_1 \frac{L}{\rho} \cos^2 x \right\} +$$

$$+ \omega C_2 \left\{ A_1 \frac{M}{\rho} \cos^2 x - B_1 \frac{L}{\rho} \operatorname{sen}^2 x \right\}$$

e poichè: $\int_0^{2\pi} \operatorname{sen}^2 x \, dx = \int_0^{2\pi} \cos^2 x \, dx = \pi$, integrando lungo il periodo 2π di x e dividendo per 2π si ottiene per valore medio della coppia:

$$\frac{\omega}{2\rho} C_1 \left\{ B_1 L - A_1 M \right\} + \frac{\omega}{2\rho} C_2 \left\{ A_1 M - B_1 L \right\} =$$

$$= \frac{\omega}{2\rho} (C_1 - C_2) \left\{ B_1 L - A_1 M \right\}$$

Sostituendo ad L ed M i loro valori:

$$(*) \quad \frac{\omega}{2p\rho} (C_2 - C_1) \left\{ [A_1 B'_1 - A'_1 B_1] \cos \gamma - [A_1 A'_1 + B_1 B'_1] \operatorname{sen} \gamma \right\}$$

Questo per una sola onda. Per un'altra onda, di ordine emmesimo, avremo da considerare le due correnti:

$$A_m \operatorname{sen} mx + B_m \cos mx \qquad \frac{A'_m}{p\rho} \operatorname{sen} m (x - \gamma) + \frac{B'_m}{\rho\gamma} \cos m (x - \gamma)$$

e perciò basterà nella espressione (*) cambiare i coefficienti A e B in A_m e B_m, la ω e la γ in $m\omega$ ed $m\gamma$; il p non varia.

Digitized by Google

Infine per un'onda complessa avremo che:

1° Ogni armonica non sviluppa coppia motrice collaborando con quelle di ordine diverso.

2° Le correnti dovute ai diversi termini di $\frac{\partial I}{\partial t}$ si sovrappongono senza disturbarsi essendo la distribuzione geometrica delle linee di corrente la stessa per tutti; egualmente avviene tra loro pei diversi termini di $\frac{\partial i}{\partial t}$.

3° Le linee di forza dovute ai diversi termini di i si sovrappongono senza disturbarsi per ragione analoga alla precedente e così per le linee di forza (tra loro) dovute ai diversi termini di I.

Ne segue che nel caso generale basta sommare tanti termini analoghi a (*); uguagliando a zero, abbandonando ω, p e le costanti inutili abbiamo la voluta dimostrazione.

Tutto questo presuppone, ben inteso, che il disco sia di sufficiente resistenza specifica o sia abbastanza sottile perchè anche colle armoniche più elevate della pratica, gli effetti dell'auto e mutua induzione dei filetti di corrente nel disco siano trascurabili.

Che non sempre questi effetti possano essere trascurabili, risulta ricordando che Matteucci (1) in un disco di Arago di rame ha trovato che, quando la velocità variava da 10 a 25 giri per secondo, le linee equipotenziali venivano leggermente trascinate dal disco.

Mi sia permesso infine di ringraziare l'ing. F. Fiorentini segretario della sezione di Roma per avere cortesemente letta in mia assenza questa comunicazione.

(1) Matteucci, *Sur l'état electrique induit dans un disque métallique tournant en présence d'un aimant*, in *Annales de chimie et de physique*, III série, tome XLIX, pag. 129, 1857.

Digitized by Google

N. 3.

INFLUENZA DELLE ONDE HERTZIANE
SULLA MAGNETIZZAZIONE DELL'ACCIAIO

COMUNICAZIONE

del socio **Ing. CESARE GARIBALDI** *alla Sezione di Genova*
nella seduta 26 gennaio 1905.

È noto che alcuni autori, sperimentando l'azione che le onde hertziane hanno sulla magnetizzazione dell'acciaio, hanno trovato un aumento nel lavoro di isteresi, ed altri hanno trovato una diminuzione.

Per la letteratura dell'argomento potrà il lettore consultare le memorie di Arnò in Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, 20 marzo 1904, e in Atti dell'A. E. I., luglio-agosto 1904.

All'intento di chiarire alquanto questo punto controverso, ho eseguite alcune esperienze, che mi propongo di descrivere brevemente.

Ho adoperato come rivelatore di onde hertziane un apparecchio costruito in base alle seguenti considerazioni.

È noto che per il ferro si può ritenere con sufficiente approssimazione che l'area del ciclo magnetico, proporzionale al lavoro di isteresi, sia a sua volta proporzionale alla forza magnetica che produce l'annullamento dell'induzione. Su questo principio il dott. Finzi ha costruito un isteresimetro descritto in *Elettricità*, giugno 1901.

Ho costruito anch'io da tempo un apparecchio per la misura del coefficiente di Steinmetz, basato sullo stesso principio; e ho pensato di servirmi di quest'apparecchio come rivelatore di onde hertziane, nel modo che vado a indicare.

L'apparecchio consta di un solenoide *A*, composto di due strati di filo di rame del diametro di 1 mm., avvolto sopra un tubo di vetro del diametro di circa 3 cm. Numero delle spire per cm. 12; lunghezza del solenoide cm. 25.

Questo solenoide è disposto sopra un ago magnetico di uno di quei declinometri che si adoperano nel rilevamento dei terreni. L'ago si muove sopra una graduazione tale che l'ampiezza di una divisione corrisponde a due gradi, ed ha la lunghezza di circa 6 cm.

Digitized by Google

Al disotto dell'ago è disposto un altro solenoide più piccolo, le cui spire sono in serie col precedente A, ed avvolte per modo che i due soleneidi, quando sono percorsi dalla corrente hanno azione nulla sull'ago.

Nel sistema dei due solenoidi si può mandare una corrente facilmente regolabile. Sono perciò disposti in serie 6 accumulatori Tuder, una resistenza ordinaria per lampade ad arco ed un filo nudo di argentana del diametro di $^{2}/_{10}$, sul quale si fa scorrere il contatto mobile.

Orientato convenientemente l'apparecchio in modo che l'ago del magnetometro segni lo zero, si dispone nel solenoide A un fascio di 8 o 10 fili di acciaio di 1 mm., della lunghezza di circa 6 cm.

Mandando nel solenoide grande una corrente dell'ordine di grandezza di 1.5 ampère per alcuni secondi, si ha la magnetizzazione dell'acciaio, e, cessata l'azione della corrente, l'acciaio presenta ancora una magnetizzazione residua permanente.

Il magnetometro segnerà, p. e., 11°. Per portare l'ago allo zero è necessario invertire la corrente, e si ha l'ago allo zero con una corrente di $^{75}/_{100}$ di ampère. Sospesa questa corrente, l'ago ritorna verso la posizione di prima, non però a 11; e perchè esso sia permanentemente a 11, quando il campo è nullo, bisogna applicare per 3 o 4 secondi una corrente di $^{85}/_{100}$ di ampère. Allora per ridurre l'ago allo zero non occorre più una corrente di $^{75}/_{100}$ di ampère, ma basta una corrente di $^{55}/_{100}$ di ampère.

Continuando questa successione di operazioni, i risultati assumono un carattere di regime, nel senso, cioè, che occorrono sempre $^{85}/_{100}$ per portare l'ago a 11 permanentemente, e $^{55}/_{100}$ per mantenere l'ago allo zero.

Po siamo dunque dire che magnetizzato l'acciaio in modo che con $H = 0$ si abbia $B = B_1$, se si vuole portare B allo zero occorre che $H = -H_1$. Se si riporta B a B_1 quando $H = 0$, perchè B ritorni a zero basta un valore di $H = -H_2$, essendo $| H_2 | < H_1 |$.

Poi, seguendo questa serie di operazioni, ad eguali valori di B corrispondono valori di H, che si possono ritenere eguali.

L'apparecchio così adoperato potrebbe servire come milliamperometro.

Si può concludere che la prima smagnetizzazione che si fa subire all'acciaio quando esso è magnetizzato permanentemente dà luogo ad un fatto analogo a quello che risulterebbe da un aumento della sua permeabilità.

Digitized by Google

Premesse queste osservazioni, passiamo a descrivere il funzionamento dell'apparecchio come rivelatore di onde hertziane.

Per riconoscere se la variazione del coefficiente di isteresi avviene sotto l'influenza di un'onda hertziana, ho costruito dei piccoli solenoidi per mezzo di un filo di argentana di $^1/_{10}$, avvolto sopra tubi di vetro del diametro di $5 \div 6$ mm. e della lunghezza di circa 8 cm. I due capi di questo solenoide B erano posti uno a terra, l'altro in comunicazione con una piccola antenna costituita da un filo nudo di rame di circa 60 cm. di lunghezza, isolato dal suolo. Quest'antenna però può essere omessa; è indispensabile invece la comunicazione con la terra.

Nell'interno del solenoide B disponevo dei fili di acciaio della lunghezza di $6 \div 7$ cm. e introducevo solenoide e fili di acciaio nel solenoide grande A.

Il generatore di onde hertziane era costituito da un ordinario oscillatore: due sfere nell'olio di vasellina alla distanza di circa un millimetro. Una delle sfere era a terra, l'altra in comunicazione con una piccola antenna, analoga a quella già descritta e che si può anche sopprimere.

Le due sfere sono in comunicazione col rocchetto, alimentato da 6 accumulatori Tudor.

Ho potuto constatare i seguenti fatti:

1° Se si scalda l'acciaio al rosso, lo si lascia raffreddare, lo si introduce nel solenoide B, e lo si porta, come sopra è descritto, nel solenoide A, senza che in questo passi corrente, l'azione delle onde hertziane non dà luogo a variazioni nello stato magnetico dell'acciaio che siano visibili col mio apparecchio.

2° Disposto, come sopra è detto, il soleneide B, contenente i fili di acciaio, nel solenoide A, si fa passare in questo una corrente capace di magnetizzare permanentemente l'acciaio. Sospesa la corrente, l'ago del magnetometro segnerà $\alpha°$. L'effetto di un'onda hertziana è quello di produrre una diminuzione del valore dell'induzione, cioè si ha una diminuzione di α.

3° Se l'acciaio è in campo costante che lo magnetizza in un determinato senso, l'effetto di un'onda hertziana è quello di aumentare il valore dell'induzione, cioè si ha un aumento di α.

4° Se si magnetizza l'acciaio in modo permanente e poi lo si sottopone ad un campo smagnetizzante, tale che la magnetizzazione permanente non venga distrutta al cessare del campo smagnetizzante, l'azione di un'onda hertziana è quella di rinforzare fortemente l'azione del campo smagnetizzante.

Digitized by Google

In questi casi 2, 3, 4, si può paragonare l'effetto dell'onda a *quello di un aumento della permeabilità.*

L'apparecchio dev'essere adoperato come al n. 4, quale rivelatore di onde hertziane, avendo allora la massima sensibilità. È conveniente portare il campo smagetizzante ad un valore tale che il magnetometro segni lo zero. Si procede cioè precisamente come nella misura del coefficiente y di Steimnetz. Poi si fa scoccare la scintilla senza interrompere la corrente, che mantiene il campo smagnetizzante.

5° L'azione dell'onda hertziana dà luogo ad una deformazione permanente, inquantochè se si fanno scoccare parecchie scintille si osserva subito che mentre la prima ha un'azione molto energica, le successive hanno azione decrescente, e tale azione diventa presto nulla. Allora se si riporta l'ago del magnetometro a zero, diminuendo opportunamente la corrente in A, l'apparecchio è insensibile a nuove onde o le sente pochissimo.

6° Se dopo le operazioni di cui al n. 4, si annulla il campo smagnetizzante, l'ago del magnetometro, per effetto della magnetizzazione primitiva permanente, che non è stata annullata, andrà ad $\alpha°$. In queste condizioni l'azione dell'onda hertziana è nuovamente sensibile e dà luogo ad un aumento dell'induzione, cioè ad un aumento di α.

Quindi, mentre l'acciaio è sottoposto al campo smagnetizzante e l'azione delle onde non e più sensibile, se si sopprime il campo smagnetizzante, l'acciaio sente nuovamente la prima onda che arriva, la cui azione produce un aumento dell'induzione.

Questo risultato pare in contraddizione con quanto è registrato al n. 2.

Infatti, magnetizzando l'acciaio, tolto il campo magnetizzante, l'azione di un'onda è quella di diminuire l'induzione residua.

Se invece l'acciaio ha bensì un'induzione residua e non è soggetto a campo smagnetizzante, ma è stato precedentemente e contemporaneamente soggetto all'azione delle onde e di un dato campo smagnetizzante, che non ha distrutto l'induzione primitiva, l'azione di un'onda è quella di rinforzare questa induzione residua.

Questo modo di comportarsi dell'acciaio è certamente una delle cause delle divergenze fra i risultati ottenuti dai vari esperimentatori, e di cui è parola in principio.

Digitized by Google

***

Da quanto sopra, al n. 5, risulta che le deformazioni prodotte da una successione di onde si possono pensare permanenti. Tali deformazioni si possono pure produrre con una conveniente azione del campo magnetico.

Allo scopo di paragonare l'azione di un'onda con quella di un certo numero di amper-giri, ho cercato di produrre prima coll'onda, poi col campo magnetico la stessa variazione nello stato magnetico dell'acciaio.

Ma ho ottenuto dei risultati poco concordanti, specialmente per la difficoltà di far scoccare all'oscillatore delle scintille che producessero onde paragonabili fra loro.

***

In un'altra serie di esperienze ha avvolto sul tubo che contiene i fili di acciaio due spirali eguali e nel medesimo senso. Chiamo (1, 2), (1′, 2′) i capi delle due spirali.

La spirale 1, 2 riceve l'onda, essendo 1 in comunicazione col terreno e 2 con l'antenna. Se 1′, 2′ è chiuso in corto circuito, l'azione dell'onda è poco sensibile. Quest'azione cresce col crescere della resistenza fra 1′ e 2′, ed è massima quando il circuito 1′, 2′ è aperto.

Lo stesso fenomeno avviene se invece di una resistenza ohmica crescente si introduce fra 1′ e 2′ una resistenza induttiva crescente.

Finalmente se si introduce fra 1′ e 2′ una capacità, l'azione dell'onda cresce al decrescere della capacità.

Mi pare che non sarebbe difficile, facendo avvenire le stesse deviazioni coll'introduzione di una resistenza o di un'autoinduzione o di una capacità sul secondario del trasformatore, avere un'idea della frequenza delle vibrazioni elettromagnetiche che si producono quando scocca una scintilla all'oscillatore. Ma di questo mi riservo di occuparmi in un'altra comunicazione.

***

Mi sono proposto d'indagare se i vari corpi interposti fra l'acciaio ed il soleneide *B* conducevano egualmente bene l'azione dell'onda.

Digitized by Google

Per compiere questo studio ho costruito l'apparecchio seguente. In un piccolo tubo di 6 ÷ 7 mm. di diametro ho disposto il solito fascio di fili d'acciaio. Ho poi chiuso il tubo alle due estremità, e l'ho introdotto in un tubo più grande *C*, del diametro di 16 ÷ 17 mm. Il tubo interno era mantenuto coassiale al tubo esterno per mezzo di piccoli pezzettini di sughero. Nel tubo esterno si poteva mettere un liquido, che così circondava l'acciaio.

Sul tubo esterno *C* ho avvolto il solito solenoide di filo sottile e ho disposto tutto nel solenoide *A*.

Ho procurato di mantenere il tubo *C* sempre nella medesima posizione rispetto ad *A*, e facevo scoccare all'oscillatore sempre sei piccole scintille, tenendo a mano l'interruttore del rocchetto.

Ho potuto così constatare che se si mette in *C* del mercurio l'azione delle onde è nulla.

Questo risultato era noto.

Se invece nel tubo *C* si mette un dielettrico, come olio d'oliva, olio minerale, petrolio, olio di vasellina, l'azione delle onde sull'acciaio è più energica che quando il dielettrico è aria.

Se si mette dell'acqua, dell'alcool, del cloroformio, si ha un'azione un po' meno energica, presso a poco come quando il dielettrico è aria.

Ed è da notarsi che l'acqua anche fortemente acidulata, e anche colorata lascia passare sempre benissimo l'azione della vibrazione elettromagnetica.

Finalmente ho messo della paraffina liquida, e fatte le esperienze durante il periodo del raffreddamento, ho constatato che l'azione delle onde sull'acciaio va scemando mentre la paraffina si raffredda.

Mi propongo di esaminare le influenze della temperatura e della luce, e spero di poter presto comunicare i risultati (1).

Genova, gennaio 1905.

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di elettrotecnica della R. Scuola superiore navale.

Digitized by Google

N. 4.

OSSERVAZIONI SUL FUNZIONAMENTO DEL "DETECTOR„ MAGNETICO

COMUNICAZIONE

fatta alla Sezione di Roma dal prof. **M. ASCOLI**
a proposito delle esperienze riferite nella memoria precedente
il 28 febbraio 1905.

1. In parecchi miei precedenti lavori sul magnetismo (1) ho mostrato come molti fenomeni che vengono o vennero considerati come manifestazioni di speciali proprietà magnetiche dei corpi si possono invece dedurre in modo assai semplice dallo studio dei processi magnetici ordinari come risultano dai lavori di Warburg, Ewing ed altri.

Seguendo lo stesso ordine d'idee, nel 1902, quando fu annunciata l'applicazione del *detector magnetico* fatta dal Marconi alla telegrafia senza fili, mostrai in una conferenza tenuta presso la sezione di Roma dell'A. E. I. come nello stesso modo si dovesse interpretare l'azione di detto ricevitore, piuttosto che ricorrere alla diminuzione dell'isteresi come faceva il Marconi basandosi sulle esperienze di Gerosa e Finzi; anzi io notai che l'effetto consisteva piuttosto in un aumento che in una diminuzione dell'energia dissipata per isteresi. Questa comunicazione non fu pubblicata perchè avrei desiderato di eseguire qualche esperienza in appoggio alla teoria; ne è solamente fatto cenno nel verbale della seduta del 24 ottobre 1902 (2).

Il signor F. Piola, in una nota molto interessante pubblicata nell'*Elettricista* (3), tratta la questione dal medesimo punto di vista e mette in chiaro come il *reale* aumento dell'energia dissipata per isteresi possa tradursi in una *apparente* diminuzione dell'area di isteresi, spiegando così le apparenti discrepanze tra le osservazioni di vari autori.

Mancavano ancora però delle esperienze dirette per confermare la spiegazione in parola. Le esperienze che l'ing. Garibaldi ha comunicato alla sezione di Genova e che sono pubblicate in questo fascicolo, possono, almeno in parte, supplire a questa mancanza, in quanto che i loro risultati coincidono completamente con le previsioni che si deducono dalla teoria.

(1) V. ad esempio: Sui magneti Jurin. *Rend. Acc. Lincei*, 1897.
(2) V. *Atti*, vol. VII, fasc. 1°, pag. 11 delle "Notizie.„
(3) Effetti dei campi magnetici oscillanti, in *Elettricista*, 15 agosto 1904, pag. 233.

Digitized by Google

Basta considerare per questo gli ordinari processi di magnetizzazione ed ammettere che le onde elettro-magnetiche sul *detector* agiscano semplicemente per effetto del campo oscillante smorzato dovuto alla corrente dalle onde stesse indotta nel circuito, campo che si sovrappone a quello che è dovuto alle forze magneto-motrici applicate.

2. L'effetto di una data causa costante perturbatrice dello stato magnetico di un corpo è ben diverso a seconda della fase del processo magnetico in cui si trova il corpo. Non si dovrebbe perciò mai parlare, trattando di simili fenomeni, di un certo stato magnetico senza ben determinare il processo di magnetizzazione che il corpo ha seguìto per giungere in quello stato. In un mio precedente lavoro (1) ho messo in evidenza l'importanza di tale considerazione nel caso che la causa perturbatrice consista nelle vibrazioni prodotte dall'urto, ed ho mostrato come si giunga a risultati perfettamente definiti. Non altrimenti accade per le perturbazioni dovute alle variazioni di temperatura intorno alle quali ho eseguito molte esperienze non ancora pubblicate.

Per le azioni dei campi magnetici perturbatori, come quelli dovuti alle scariche oscillanti i risultati si possono prevedere perchè si conosce a sufficienza l'andamento dei digrammi magnetici per qualunque modo di variazione del campo.

Un ciclo chiuso di magnetizzazione ridotto allo stato di regime da ripetute inversioni del campo (ne bastano poche pel ferro dolce, ne occorrono in numero maggiore per l'acciaio) è composto di due linee, una discendente, l'altra ascendente, che si intersecano in due punti che chiameremo punti di regresso. Il ciclo può essere simmetrico (*VRCV'R'C'V*) o disimmetrico (*VRASV*, *VRABTV*), in ogni caso una linea che parte da un punto di regresso chiude il ciclo prolungandosi fino al punto di regresso immediatamente precedente; le linee discendenti rimanendo al di sopra dell'ascendente precedentemente seguìta, le ascendenti al di sotto della discendente precedentemente seguìta (fig. 1). Questi criteri permettono sempre di tracciare approssimativamente i diagrammi. Se, ad esempio, partendo dal punto di regresso *V* (fig. 2) si *scende* fino ad *A*, e da *A* si risale, la linea tenderà al punto *V*; ma se nella salita ci fermiamo in *D* per retrocedere, la nuova linea discendente da *D* tenderà verso *A*; così, se da un punto *E* di essa retrocediamo, avremo un'ascendente che rimane *sotto* alla discendente *DEA* e tende al punto *D*. E così di seguito. Questo è

(1) *Nuovo cimento*, serie V, vol. III, 1902, vedi anche Atti dell'A. E. I., 1901.

Digitized by Google

evidentemente l'effetto di un campo oscillante smorzato applicato dopo che la magnetizzazione era stata condotta allostato R seguendo il processo discendente da V.

3. Ora, per metterci nel caso delle onde hertziane agenti sul nucleo magnetizzato del *detector,* supponiamo che le onde stesse sorprendano il ferro nell'istante in cui esso possiede lo stato magnetico A; la durata del complesso delle onde è così breve, che se anche il ferro è sottoposto a magnetizzazione variabile, come nel *detector* Marconi, si può ammettere che all'inizio ed alla fine dell'effetto perturbatore il campo esterno applicato all'apparecchio non si sia sensibilmente scostato dal valore corrispondente al punto A (fig. 2).

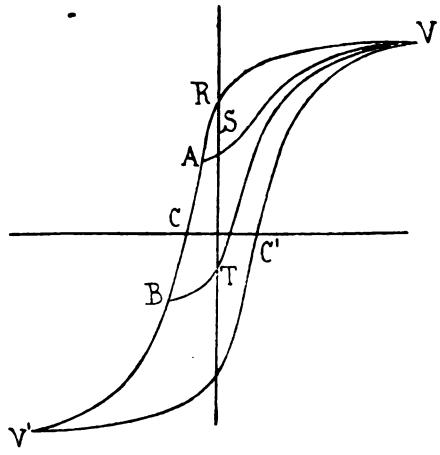


Fig. 1.

Possono darsi due casi: può darsi in primo luogo che la prima oscillazione del campo sia da a fino a b nel senso discendente; allora la magnetizzazione scenderà da A in B e se l'oscillazione non è smorzata risalirà fino a C ($ba = ac$) per tornare in B descrivendo il cappiochiuso CB finchè dura l'oscillazione. Se invece l'oscillazione è smorzata, per quanto si è detto sopra, la magnetizzazione finirà a stabilirsi a un valore compreso tra A_1 ed A_2 (più prossimo ad A_1) e quindi si avrà una variazione negativa da A fino a questo punto (fig. 3).

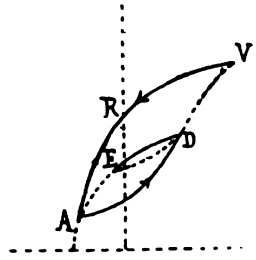


Fig. 2.

Può darsi, in secondo luogo, che la prima oscillazione sia nel senso da a a c. In questo caso (fig. 4) la prima oscillazione semplice farà descrivere alla magnetizzazione il piccolo cappio tra A e C' e non avrà alcun effetto perchè il punto finale coincide in A coll'iniziale; ma la seconda oscillazione, se non è smorzata, porterà al punto B e quindi al cappio $BA_1 CA_2 B$ come nel caso precedente. Ma, se c'è smorzamento, si retrocederà da un punto B' più alto e si stabilirà un valore finale interno al cappio $B'D$, ottenendosi una variazione sempre nel modesimo senso, ma alquanto minore di quella del primo caso.

Digitized by Google

4. Questo ha luogo quando il processo che condusse al punto A è discendente (fig. 4). Se esso è ascendente, come in M (fig. 5), nel caso che la prima oscillazione sia a sinistra, si avrà un primo cappio MN senza effetto e un secondo CN' che porta la magnetizzazione da M ad un

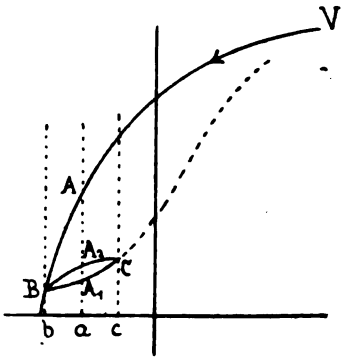


Fig. 3.

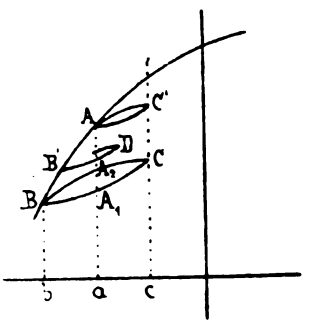


Fig. 4.

punto intermedio tra M_1 ed M_2 (oscillazioni non smorzate); se la prima è verso destra si ha lo stesso effetto, salvo il cappio MN; quando l'oscillazione è smorzata l'effetto rimane alquanto diminuito nel primo caso, non nel secondo. Di modo che mentre nel caso di un processo discendente l'oscillazione smorzata ha maggiore effetto se comincia verso sinistra, in un processo ascendente avverrà l'opposto; ossia una medesima scarica avrà effetto diverso in intensità a seconda che il processo è discendente od ascendente. Ma, a parte l'intensità, ogni scarica produrrà una variazione negativa se il processo è discendente, positiva se è ascendente. Nel primo caso la magnetizzazione diminuirà se è positiva, cioè se ha lo stesso segno di quella applicata in V, aumenterà se ha segno opposto. Nel secondo caso essa aumenterà o diminuirà a seconda che sia positiva o negativa. Ciò si esprime più brevemente col dire che in ogni caso la variazione condurrà il punto verso l'interno del ciclo producendo l'apparente diminuzione di isteresi di cui al § 1.

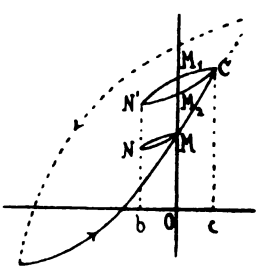


Fig. 5.

5. È chiaro che per ragione di continuità se si passa da un processo ascendente ad uno discendente attraverso un punto di regresso si troverà un punto, ossia uno stato magnetico, insensibile alle oscillazioni di una data ampiezza; questo punto, è facile prevederlo coi criteri stessi sovra esposti, non coinciderà col punto di regresso, ma

Digitized by Google

sarà sulla linea discendente; mentre sarebbe sulla ascendente se si passasse da un processo discendente ad uno ascendente. Questi punti *neutri* sarebbero analoghi a quelli da me osservati pel caso delle vibrazioni (1).

Queste considerazioni suppongono che l'interpretazione del fenomeno sia corretta. Le citate esperienze dell'ing. Garibaldi sono una prova sufficiente che così sia.

6. Le osservazioni fatte dall'ing. Garibaldi sono le seguenti (scritte in *corsivo*):

1° *Sull'acciaio allo stato neutro le onde hertziane non hanno alcun effetto.* Trattandosi di un campo oscillante smorzato il corpo è soggetto a magnetizzazioni oscillanti e decrescenti fino a zero; quindi in fine, come in principio, la magnetizzazione è nulla, giacchè è noto che un modo di ridurre allo stato neutro un corpo magnetico è quello di sottoporlo ad un campo alternato d'intensità decrescente fino a zero. Ciò richiede però che l'onda non sia molto smorzata. Se lo fosse il processo magnetico potrebbe assumere l'andamento della figura 6, nel qual caso si avrebbe una magnetizzazione residua *OA*. Oppure quello della figura 7, nel qual caso si avrebbe un residuo

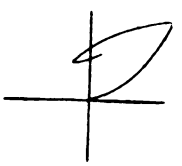


Fig. 6.

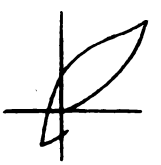


Fig. 7.

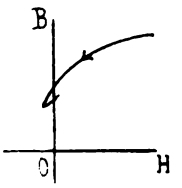


Fig. 8.

in senso opposto. Questi fenomeni di magnetizzazione in sensi diversi per mezzo delle scariche elettriche sono confermati da altre esperienze (2).

2° *Sul magnetismo residuo l'onda produce una diminuzione di flusso.* Occorrerebbe precisar meglio le cose aggiungendo: quando il campo sia stato annullato facendolo decrescere dal valore massimo raggiunto fino a zero. Siamo qui in un caso particolare del fenomeno considerato nel § 1, quindi si ha diminuzione di flusso (fig. 8).

3° *Se il corpo si magnetizza in un determinato senso l'onda*

(1) *Nuovo cimento*, 1902.

(2) WIEDEMANN, *Die Lehre von der Elektricität*, vol. IV, pag. 344, 1898.

Digitized by Google

aumenta il flusso. Questo è vero, purchè lo stato magnetico su cui si sperimenta sia stato raggiunto dopo un processo ascendente, come è il caso delle esperienze in questione, nelle quali il campo cresce da zero fino ad un certo valore. Così che siamo in un caso particolare del fenomeno di cui al § 4 e quindi si deve appunto avere un aumento.

Si deve notare che se al medesimo stato magnetico si fosse giunti per un processo discendente si avrebbe diminuzione invece di aumento. Però questo e quella, in causa dell'osservazione fatta al § 5 sui punti neutri, si verificherà, purchè non si sia troppo vicini a punti di regresso.

4° *Se si sottopone il corpo ad un campo smagnetizzante l'onda rinforza l'effetto di questo;* ossia fa diminuire il flusso. Siamo qui nel caso di un processo discendente come quello contemplato nella figura 2 e quindi si deve aver l'effetto osservato. S'intende che se il campo smagnetizzante fosse tale che la magnetizzazione fosse negativa, il valore assoluto del flusso aumenterebbe, come è osservato alla fine del § 4.

La massima sensibilità si ha quando il campo smagnetizzante è tale da annullare il flusso. Ciò è conseguenza del fatto che in quel punto la linea magnetica discende più rapidamente che in tutti gli altri. Nel mio citato lavoro ho mostrato che questo punto ha la massima sensibilità anche per gli urti, sebbene la coincidenza non sembri esser sempre rigorosa.

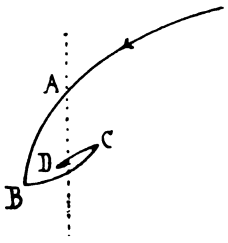


Fig 9.

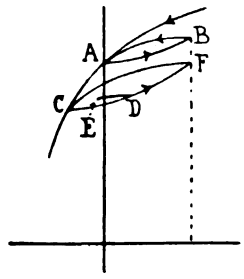


Fig. 10.

5° *Le successive onde hanno effetto decrescente ed infine nullo.* Se la prima onda data dalla prima scarica ha il senso stesso in cui è avvenuta la variazione del campo che ha condotto il pezzo allo stato magnetico attuale (A), l'effetto dell'onda smorzata è indicato dalla linea $ABCD$. Una seconda scarica uguale alla prima ricondurrà da D in B, poi in C in D, e non avverrà alcuna nuova variazione (fig. 9).

Se invece la prima onda data dalla prima scarica è in senso opposto, l'effetto della prima scarica sarà rappresentato dalla linea $ABACDE$ producente una variazione AE (fig. 10). La seconda scarica

Digitized by Google

darà il diagramma *EDFCDE* e quindi ancora nessuna nuova variazione.

Se si notano delle piccole variazioni successive, ciò dipende dal fatto che, specie nell'acciaio, non si raggiunge esattamente il regime che dopo replicate applicazioni dello stesso processo magnetico.

6° *Un corpo reso insensibile alle onde mentre è soggetto ad un campo smagnetizzante, riprende la sensibilità quando il campo si annulla; ma il magnetismo residuo aumenta invece che diminuire come nel caso primo.* Annullando il campo smagnetizzante si segue un processo ascendente *AR* e non uno discendente come nel caso primo; quindi, come è dimostrato al § 4, si deve avere un aumento (*RR'*) del flusso. Non vi è dunque alcuna contraddizione tra questa osservazione e quella del caso primo (fig. 11).

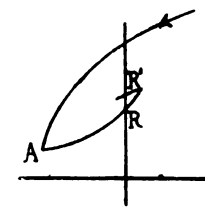


Fig. 11.

7. Si vede dalle considerazioni che precedono che non solo tutte le osservazioni dell'ing. Garibaldi si spiegano con la considerazione degli ordinari processi magnetici, ma delle esperienze stesse si vengono a precisare in modo completo le condizioni, e si vengono anche a prevedere altri fatti, la cui verifica diretta sperimentale non sarebbe senza interesse, sebbene alcune osservazioni del Rutherford e del Marconi stesso costituiscono già una verifica sufficiente. Ad ogni modo la coincidenza delle previsioni coll'osservazione è un'ottima conferma dei concetti da me e dal signor Piola adottati per l'interpretazione degli effetti delle scariche sul *detector*.

Non si deve dimenticare che altri fenomeni secondari intervengono, come le correnti parassite dovute alle rapide oscillazioni; ma questi fenomeni danno luogo a variazioni quantitative piuttosto che qualitative (1).

(1) Il manoscritto era già consegnato per la stampa quando nel fascicolo dell'*Elettricista* pel 15 febbraio ho letto un secondo lavoro del sig. Piola nel quale sono contenute alcune delle considerazioni qui svolte.

Digitized by Google

N. 5.

ANALOGIE FRA IDRAULICA ED ELETTRICITÀ

Applicazione alla protezione degli impianti elettrici

COMUNICAZIONE

fatta dal socio **Ing. G. GOLA** *alla Sezione di Torino il 27 gennaio 1905.*

È noto che fra i diversi rami della fisica esistono corrispondenze di fenomeni e di leggi, le quali si presentano tanto più numerose ed intime quanto più estese e più esatte diventano le nostre cognizioni. Tra l'idraulica e l'elettricità, per esempio, numerose sono queste analogie: tra le notissime e più elementari notiamo quelle fra canali idraulici e linee elettriche, tra portate d'acqua e intensità di corrente, tra livelli idraulici (battenti) e livelli elettrici (tensioni); e notiamo come questi confronti abbiano giovato a tutti per rappresentarci quasi materialmente il meccanismo di molti fenomeni e per mostrarci il significato fisico dei concetti espressi dalle formole.

Ma queste analogie vanno assai oltre: ci proponiamo di accennare qui ad alcune meno note per quanto non meno ovvie, le quali varranno a portare un po' di luce su un problema assai interessante anche sotto il punto di vista industriale: la protezione degli impianti elettrici contro le sopraelevazioni di tensione dovute a scariche atmosferiche e ad effetti di risonanza propri degli impianti.

La questione è meno astrusa e difficile di quanto si creda in generale: l'essenziale si è rappresentarla nei suoi veri termini, e a questo scopo serve appunto considerare gli analoghi fenomeni della idraulica, meglio noti perchè si presentano qui più semplici e perchè per la natura loro sono concepiti direttamente dai nostri sensi.

Tanto negli impianti idraulici come in quelli elettrici, per ottenere che i livelli (battenti e tensioni) nelle rispettive condutture non superino il limite stabilito, si ricorre a dispositivi così fatti che, appena raggiunto, l'acqua e la corrente elettrica abbiano modo di scaricarsi per una via laterale derivata dalla condotta principale che fa capo alle macchine. Questi dispositivi ben noti si chiamano *Sfioratori* in idraulica e *Scaricatori* in elettrotecnica: in realtà potreb-

Digitized by Google

bero benissimo chiamarsi Sfioratori anche questi ultimi, chè la denominazione avrebbe il vantaggio di ricordare la funzione esatta che essi compiono, mentre in generale si fa su essa molta confusione.

L'altezza di soglia degli sfioratori idraulici corrisponde esattamente alla distanza esplosiva degli scaricatori elettrici, a quel modo che l'altezza delle sponde dei canali corrisponde all'isolamento delle linee e dei fili nelle macchine. Naturalmente la rigidità dielettrica di questo isolamento dev'essere maggiore di quella dello spazio di aria negli scaricatori, e questa differenza corrisponde all'altezza di franco nei canali (maggior altezza delle sponde sulla soglia degli sfioratori). Così tanto nelle condutture idrauliche come nelle elettriche, i rispettivi livelli normali *m* possono elevarsi fino alla quota *n*, raggiunta la quale avviene la scarica che impedisce un ulteriore aumento che potrebbe riuscire pericoloso (figure 1 e 2).

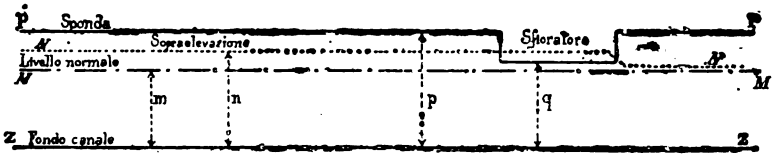


Fig. 1.

La corrispondenza dei dispositivi persuade che l'impiego degli scaricatori sulle linee elettriche è perfettamente razionale ed induce a credere che dovrebbe essere anche efficace come efficacissimo è

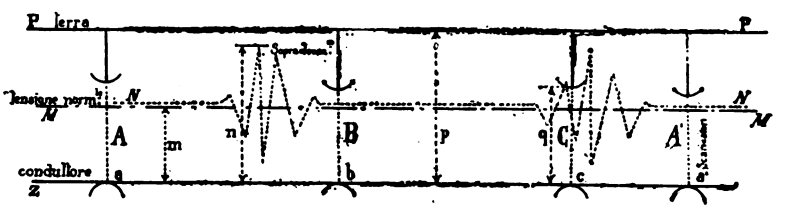


Fig. 2.

notoriamente l'ufficio degli sfioratori sui canali: peraltro, poichè invece questo non si verifica nella pratica (e tutti sanno quanto poco affidamento si può fare sugli scaricafulmini), interessa ricercare se la causa d'inferiorità di questi ultimi sia insita in loro stessi — nel qual caso sarà logico cercare di perfezionarli — o se invece non risieda per avventura fuori di essi, chè così essendo bisognerebbe cercare la soluzione in dispositivi diversi, a seconda delle risultanze delle nostre ricerche.

Digitized by Google

Gli sfioratori corrispondono bene al loro scopo in quanto abbiano sufficente lunghezza e siano disposti su canali nei quali l'innalzamento del livello avvenga in modo uniforme e relativamente lento, condizioni queste generalmente verificate nella pratica: nei casi in cui sono possibili aumenti notevoli e repentini si ricorre con vantaggio a qualche dispositivo supplementare, quale l'aggiunta di una paratoia attraverso il canale presso lo sfioratore, parzialmente abbassata, la quale faccia rigurgitare l'acqua in corrispondenza di questo, impedendo che la sopraelevazione di livello si propaghi oltre essa paratoia.

Negli impianti elettrici invece le sopraelevazioni di livello dovute a fulmini o ad effetti di risonanza sono sempre istantanee ed elevatissime, assai più alte in generale della soglia degli scaricatori, ma tuttavia non sempre in condizione di poterla attraversare. Il fatto è dovuto a questo che i livelli elettrici non si innalzano uniformi lungo i fili, come s'innalza l'acqua nei canali, ma si propagano in forma di onde di varie lunghezze con punte altissime (ventri) e con depressioni bassissime (nodi). In tali condizioni succede che ogni volta uno scaricatore viene a trovarsi in corrispondenza di un ventre dell'onda ne resta sommerso e permette una derivazione di corrente, ma ogni volta viene a capitare in corrispondenza di un nodo resta del tutto fuori dell'onda e non può entrare in funzione, per quanto forte sia stata la scarica e per quanto alta sia stata quest'onda che può benissimo in altro punto aver superato perfino il franco della conduttura (caso di fulminazione agli isolatori o alle macchine).

Per il buon funzionamento degli scaricafulmini bisognerebbe dunque montarli in modo che corrispondessero sempre ai ventri delle onde; senonchè la lunghezza di queste e la posizione dei loro massimi e dei loro minimi variano ad ogni scarica; non è quindi possibile determinare a priori o quanto meno trovare per tentativi la posizione conveniente, anzi sappiamo benissimo che se un certo punto sarebbe propizio per derivare una certa ondata non lo sarà più certamente per tantissime altre.

***

La differenza principale fra il fenomeno elettrico e il corrispondente dell'idraulica sta nella forma della linea che rappresenta l'andamento delle sopraelevazioni di livello rispetto alla lunghezza delle rispettive condutture: a questa è da attribuirsi l'imperfetto funzionamento degli scaricafulmini, e non ai particolari costruttivi di questo sistema di protezione.

Digitized by Google

È inutile quindi cercare la soluzione del problema in perfezionamenti a questi apparecchi: più razionale è invece l'uso di disporre lunghesso le condutture parecchi sfioratori successivamente per aumentare le probabilità che ad ogni ondata qualcuno di essi resti sommerso e possa sfiorare. Questo si fa infatti negli impianti molto esposti alle scariche atmosferiche (lunghe linee aeree in regioni accidentate) od agli effetti di risonanza (condutture in parte aeree e parte in cavi), ed il modo di comportarsi del complesso conferma il fatto esposto che le sopraelevazioni di tensioni in queste circostanze si propagano a forma di onde.

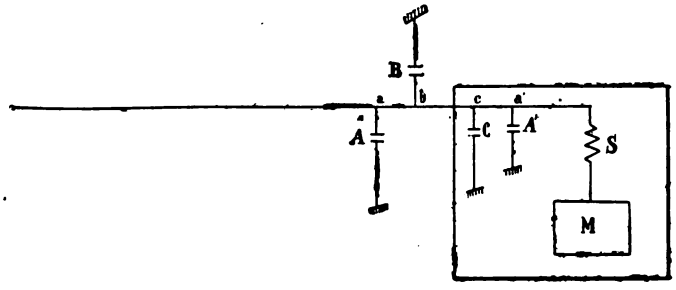


Fig. 3.

Infatti si osserva allora che con il succedersi delle scariche entrano in funzione or l'uno, or l'altro degli apparecchi, indipendentemente dal loro sistema e dalla loro costruzione: talora i tipi a spazio esplosivo unico, tal'altra quelli a spazio suddiviso, altre volte quelli con dispositivi magnetici; ora più apparecchi insieme, altra volta uno solo e magari quello con distanza esplosiva maggiore anche per le scariche piccole, qualche volta nessuno anche se la scarica è stata violenta ed è riuscita a fulminare le macchine.

Il fatto che sembra assai strano, appare del tutto naturale dopo quanto esposto, perchè sul funzionamento o meno di questi apparecchi hanno assai più importanza i punti *a, b, c, a'*... che non gli scaricatori stessi *A, B, C, A'*...: se una certa scarica produce un ventre in *a* ed un nodo in *b*, è certo che entra in azione l'apparecchio *A* e non *B*; l'inverso succede se il ventre è capitato in *b* e il nodo in *a*, comunque siano costruiti gli apparecchi *A* e *B* (figure 2 e 3). Quando poi succede per una qualche scarica che tutti gli attacchi degli scaricatori si trovano in corrispondenza o in prossimità dei nodi di un'onda, nessuno ne resta influenzato, e le macchine corrono i più gravi pericoli.

Digitized by Google

In realtà si verifica anche che le macchine restano talora fulminate da scariche che pure hanno fatto funzionare uno o più scaricatori anteposti. Il fatto si spiega ricordando che le sopraelevazioni essendo istantanee può verificarsi quanto abbiamo detto succedere nei canali con piene forti e improvvise: lo sfioratore pur funzionando non può impedire completamente che il livello s'innalzi dopo di esso se non soccorre l'aggiunta di una paratoia opportunamente regolata.

Se una scarica non è impedita di raggiungere le macchine, in queste produce uno dei ventri più alti dell'onda in causa della discontinuità che la presenza di esse costituisce nel circuito (discontinuità di massa,e di mezzo), la quale agisce come un ostacolo introdotto nel corso d'un canale a corrente rapida, contro il quale le onde vengano a sbattere rimbalzando vivamente.

Questo effetto della discontinuità era conosciuto del resto anche prima dell'esperienza degli impianti elettrici, perchè è noto che tutte le volte un fulmine colpisce un edificio, un albero, una cancellata, ecc., produce fenomeni vari e spesso stranissimi, ma si verifica quasi costantemente il fatto che la corrente segue il conduttore colpito fino a quando incontra una discontinuità, ed in corrispondenza di questa scatta l'arco: prova questa che qui siamo in presenza dei potenziali più elevati, cioè di uno dei ventri più alti dell'onda.

Il fenomeno è pericolosissimo perchè avviene entro le macchine, ma si può rendere utile facendolo avvenire prima, applicando attraverso il canale (in serie sulla linea), e prima delle macchine un'altra discontinuità molto notevole, la quale riceva essa per prima questi colpi di rimbalzo delle onde funzionando come un cuscinetto di protezione avanti alle macchine. In questo punto avremo allora in modo sicuro un ventre di ogni onda, e probabilmente il ventre più alto, e quindi avremo determinata la desiderata posizione per montare gli scaricatori in modo da capitare sempre in corrispondenza d'un ventre.

Questa impedenza « in serie » sulla linea costituisce il parafulmine propriamenre detto, e trova il suo correlativo nella paratoia che conviene tenere parzialmente abbassata nei canali a corrente rapida e con piene improvvise per provocare un rigurgito ed assicurare il funzionamento degli sfioratori. Pertanto l'apparecchio che risponde a questo scopo dovrebbe chiamarsi semplicemente parafulmine, se la parola non fosse da lungo tempo usata meno propriamente per indicare gli scaricatori in derivazione: per mettere in

Digitized by Google

evidenza la sua funzione completamente diversa fu denominato parafulmine « in serie » (figure 4 e 5).

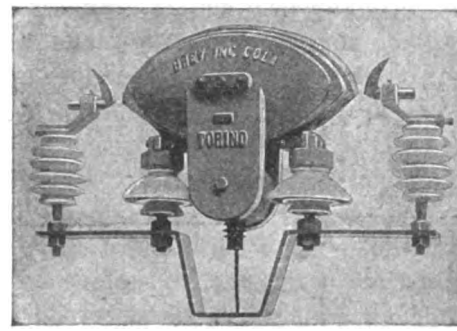


Fig. 4.

Non è il caso di descrivere il parafulmine « in serie » perchè i dettagli di costruzione possono variare anche notevolmente e furono riportati già in questi Atti e nelle principali riviste di elettrotecnica (1): ci limitiamo a rappresentare nelle figure 4 e 5 la forma che ha ora l'apparecchio usato in pratica, e a osservare che essenzialmente si tratta di un corpo di

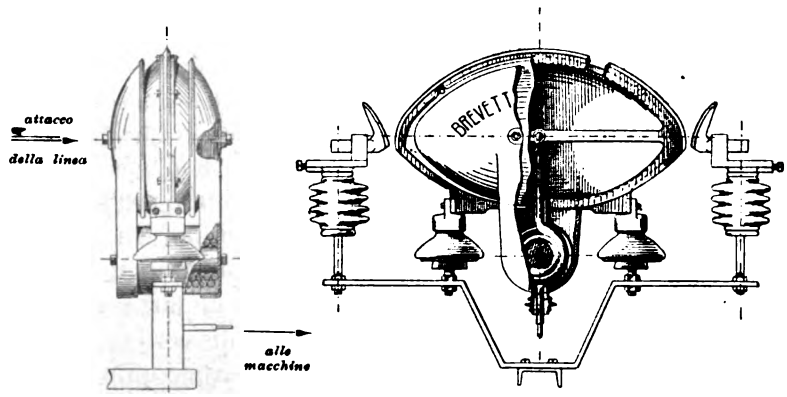


Fig. 5.

grande massa e di grandissime dimensioni esterne (proporzionate al voltaggio e all'amperaggio delle linee sulle quali va inserito e quindi

(1) Pubblicazioni principali della stampa tecnica:
Atti A. E. I., vol. VI, fasc. 1°, e vol. VII, fasc. 2°;
L'Elettricista, Roma, 1° marzo 1904;
L'Elettricità, Milano, 25 ottobre 1903 e 14 ottobre 1904;
Elektrotechnischen Zeitschrift, Berlin, 22 mai 1902, e 15 décembre 1904;
Schweiz. Blätter für Elektrotechnik, 15 dezemb. 1904;
American Electrician, New-York, august 1902;
Bulletin des Ingénieurs électriciens de Montefiore, Liège, octobre 1903;
L'Electricien, Paris, 11 et 25 juin 1904, et 7 janvier 1905.
La Revue électrique, Paris, février 1905, ecc., ecc.

Digitized by Google

in certo rapporto con la grandezza delle macchine da proteggere), il quale montato « in serie » sulla conduttura principale — cioè attraverso alla via maestra che conduce alle macchine — produce un'ostruzione dovuta a diversi effetti di discontinuità.

Infatti il circuito omogeneo costituito tutto da fili, di sezione approssimativamente costante, sempre dello stesso metallo — in generale rame — sempre in un mezzo diamagnetico — aria o materiale isolante — viene tagliato bruscamente da vari tratti di conduttore di materiale magnetico, di sezione e superfice enormemente maggiori, collegati fra loro da tratti di conduttore nuovamente di rame, nuovamente di piccola sezione, ma disposti in un mezzo magnetico (come i fili nelle macchine), il tutto con bruschi cambiamenti di direzione contemporaneamente che di sezione.

*
* *

Negli antichi sistemi di protezione il posto di parafulmine fu tenuto sempre ed esclusivamente dalle spirali di selfinduzione, esse pure in serie, le quali rimasero unico e veramente inadeguato rappresentante di questa categoria di apparecchi e non godettero mai nemmeno molta considerazione, tantochè il nome loro spettante passò impropriamente ad altra classe di dispositivi, e la confusione dei nomi generò la confusione delle idee. Tanto vero che ogni volta una macchina veniva fulminata nessuno pensò mai di farne addebito a questo apparecchio in serie, nè si preoccupò di perfezionarlo, ma sempre a quelli in derivazione: questi ultimi furono quindi oggetto delle generali attenzioni, si moltiplicarono con dispositivi svariati e ingegnosissimi ed andarono sostituendosi gli uni con gli altri con varia fortuna, per quanto con poco diverso risultato.

E non poteva essere diversamente, dappoichè, come abbiamo visto, non dipende dalla forma, dimensioni od altri elementi intrinseci di questi apparecchi l'entrare o meno in funzione, ma esclusivamente dalla loro posizione sulla linea e dal regime dell'elettricità in questa, regime che essi non hanno elementi per modificare nè pro, nè contro. Essi hanno un'altra funzione essenziale pure e tutta loro propria rispetto alla quale il perfezionamento dei dispositivi ha veramente una grande importanza, ed ecco quale:

Abbiamo per semplicità paragonato gli scaricafulmini a semplici sfioratori a deflusso libero, ma per essere più esatti il termine di confronto appropriato nell'idraulica è lo scaricatore a sifone come

Digitized by Google

è rappresentato nella fig. 6, con la bocca di scarico più bassa della bocca di aspirazione.

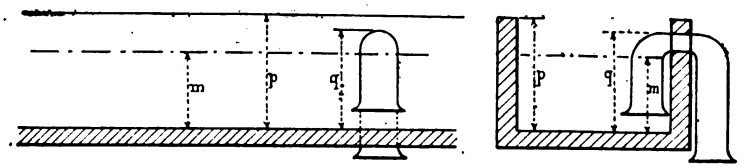


Fig. 6.

Infatti una volta superata la distanza esplosiva degli scaricafulmini, l'arco adescato permane e attraverso ad esso continuerebbe ad andare a terra la corrente anche quando la sopraelevazione è cessata, rendendo impossibile l'esercizio di qualsiasi impianto. Allo stesso modo che un'ondata passando sopra il sifone ne provoca il funzionamento e questo non cessa più con il cessare della sopraelevazione che l'ha adescato. Per interrompere la colonna d'acqua che si scarica bisogna che, appena ritornato il livello al suo valore normale, un meccanismo faccia aprire il tubo sifone, per esempio, nella parte più alta per metterlo in comunicazione con l'aria atmosferica, e che appena rotta la colonna che va a terra lo spiraglio si richiuda perchè l'apparecchio sia pronto ancora a funzionare.

Questa è la esatta funzione degli scaricafulmini: si comprende di conseguenza che sarà migliore quello che avendo una distanza esplosiva minore (soglia più bassa) abbia tuttavia un meccanismo così sensibile ed energico da rompere subito la colonna che va a terra ripristinando le condizioni normali.

Gli scaricatori in derivazione a questo scopo — che è il vero scopo loro — corrispondono abbastanza bene quasi tutti, anzi parecchi corrispondono benissimo; e appunto perchè questa parte del problema si poteva ritenere risolta già, nel parafulmine « in serie » non fu considerata in modo speciale, quindi in pratica sugli impianti ad altissima tensione devono trovar posto tanto il paralfumine che uno scaricafulmine, ciascuno per la sua funzione speciale, a quel modo che sui canali idraulici paratoie e sfioratori compiono ciascuno il proprio ufficio, integrandosi a vicenda.

*
* *

Lo schema generale delle connessioni è quindi quello rappresentato in fig. 7 (dove lo scaricatore a corna incrociate può essere so-

Digitized by Google

stituito da un altro apparecchio qualsiasi della sua categoria), mentre per tensioni basse e medie — fino a 5 ÷ 6000 volt — si adotta più semplicemente lo schema della fig. 8.

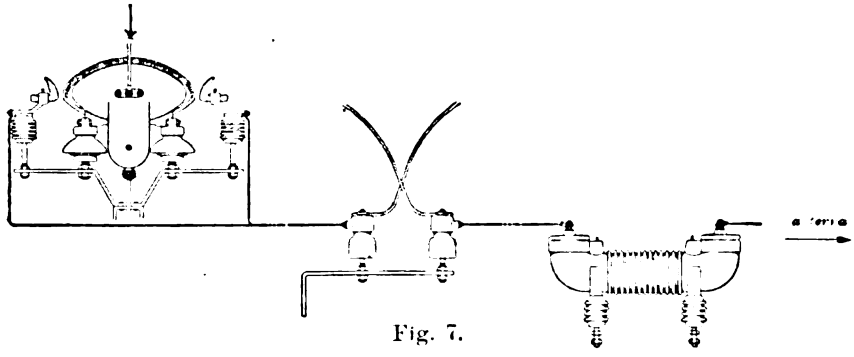


Fig. 7.

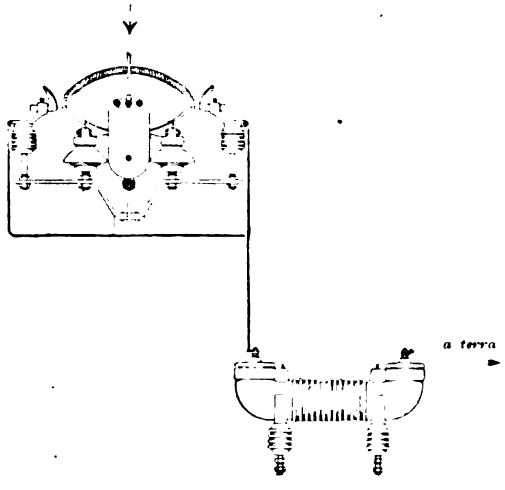


Fig. 8

Così i legami che uniscono fra loro le scienze tutte servono a tracciare la strada per la soluzione di una questione nelle scienze nuove quando il corrispondente problema si trova risolto in un altro ramo della fisica: le differenze non sono mai sostanziali e di conseguenza anche i criteri generali non possono essere diversi da un caso all'altro. Del resto, sull'importanza di queste analogie, basta appena ricordare che la grande scoperta del campo rotante fu fatta dal Maestro mentre pensava ai corrispondenti fenomeni dell'ottica.

Digitized by Google

N. 6.

Ing. NICOLA LABROCA

COMMEMORAZIONE

letta dal socio **ORESTE LATTES** *nell'adunanza del 9 gennaio 1905 della Sezione di Roma.*

La mesta commemorazione che il Consiglio direttivo volle incaricarmi di fare questa sera ricorda un Collega al quale ben si addice il motto inglese di *self made man.*

Nicola Labroca, nato in Andria, nella terra di Bari, l'anno 1858, era figlio di poveri operai. Dimostrò fin da giovinetto ingegno vivace e passione allo studio, tanto da richiamare su di sè l'attenzione e meritare il conferimento di una borsa di studio dal suo Comune. Potutosi così recare a Napoli, vi conseguì con onore la licenza dell'Istituto tecnico. La Provincia di Napoli, a sua volta, apprezzando le doti del giovane pugliese, lo additava alla pubblica stima accordandogli un competente assegno per compiere studi di perfezionamento all'estero.

Il Labroca andava allora a Parigi a frequentare l'*Ecole Centrale,* e, ultimati i corsi, vi conseguiva nel 1884, con la classifica di primo, il diploma d'Ingegnere.

Uscito dall'*Ecole Centrale,* ove lasciò traccia di sè con uno studio assai apprezzato sull'utilizzazione delle acque della Senna, egli iniziava la sua carriera tecnica applicandosi, per conto di capitalisti inglesi, all'attuazione d'imprese minerarie in Spagna, previ appositi studi compiuti in Inghilterra.

Per quattro anni si trattenne tra Madrid, Lisbona ed Oporto, occupato sia nella direzione di miniere di galena argentifera, sia in lavori di ferrovie e di costruzioni civili.

La nostalgia del luogo natìo lo richiamò in patria.

Quivi attese a lavori di edilizia, fra cui ricordasi il suo progetto per la costruzione di case economiche in Napoli, progetto giudicato il primo su ottanta presentati al concorso bandito nel 1888 dall'Amministrazione comunale, presieduta da Nicola Amore. Attese pure a lavori di meccanica, specializzandosi nella partita ascensori; quello

Digitized by Google

del Pincio, che data dal 1893, fu appunto eseguito sotto la direzione del Labroca.

I progressi della tecnica dovevano offrire a Nicola Labroca nuovo campo alla sua attività, onde egli si trovò naturalmente portato a dedicarsi all'elettrotecnica ed alle sue applicazioni. La sua perseveranza in questi studi ed il buon nome acquistatosi gli valsero l'incarico, affidatogli nel 1897 dal Municipio di Andria, d'impiantare l'illuminazione elettrica, con relativa centrale, in quella città, che conta oltre 50,000 abitanti; incarico che il Labroca disimpegnò con piena soddisfazione dell'Amministrazione pubblica e col giusto compiacimento di aver legato il proprio nome ad un'opera importante per la sua città natale e giudicata ottima sotto ogni riguardo dagli egregi collaudatori, ingegneri Arnò e Giorgi.

Anche l'impianto elettrico della città di Brindisi deve al Labroca il suo notevole sviluppo ed i miglioramenti introdotti così nel materiale come nell'esercizio.

In Roma poi il Labroca aveva aggregato al suo studio tecnico un ufficio di brevetti, al quale attendeva con riconosciuta onestà e competenza.

Per il suo matrimonio, avvenuto nel 1892, con la signorina Albina Pastina, Nicola Labroca, figlio di operaio, s'imparentava ad una delle più cospicue famiglie di Andria, segno anche questo della stima da lui acquistata presso i suoi concittadini.

Fu marito e padre esemplare, e chi lo ha praticato nella vita privata sa come egli accoppiasse alla mitezza dell'animo ed alla squisitezza dei modi un fine senso artistico, in ispecie per la musica, di cui era intenditore ed esecutore abilissimo.

Del Labroca rimangono diverse memorie e studi d'indole tecnica da lui pubblicate, che la vedova, con delicato pensiero, si propone d'inviare in omaggio alla nostra Sezione.

La vita operosa di Nicola Labroca fu troncata a soli quarantacinque anni da un male ribelle ad ogni cura. Egli si spegneva il 27 marzo 1904, lasciando nel dolore la moglie e sei figli. Nella triste ricorrenza in Andria furono tributate degne onoranze alla sua memoria.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana, che lo annoverava fra i suoi componenti fin dalla costituzione della Sezione di Roma, si unisce oggi con simpatia alle dimostrazioni di rimpianto rese a Nicola Labroca da concittadini, colleghi ed amici.

Digitized by Google

N. 7.

Prof. ADOLFO CANCANI-MONTANI

COMMEMORAZIONE

letta dal socio **ORESTE LATTES** *nell'adunanza del 9 gennaio 1905 della Sezione di Roma.*

È con dolore che dobbiamo registrare la morte prematura — avvenuta il 29 maggio u. s. in seguito a terribile male che da qualche tempo lo affliggeva — del nostro consocio Adolfo Cancani-Montani.

Fisico distinto, amantissimo degli studi di elettricità, aveva chiesto nel 1893 di far parte della nostra Associazione.

Adolfo Cancani, nato in Roma il 18 febbraio 1856, si era laureato in fisica presso l'Università romana nel 1884. Il prof. Blaserna gli affidò per diversi anni l'assistenza alle esercitazioni pratiche nel suo Istituto, fino a che il Cancani passò all'Ufficio centrale di Meteorologia ove, preposto dapprima alla sezione climatologica e in seguito alla sezione geodinamica, rimase dal 1888 sino al termine della sua troppo breve carriera.

Da tutti i lavori del Cancani appare la speciale sua attitudine all'osservazione dei fenomeni di fisica terrestre, lavori che talvolta hanno arrecato notevole contributo allo sviluppo di questo ramo della scienza.

L'Accademia dei Lincei per circa quindici anni ha accolto le comunicazioni del dott. Cancani, fra le quali emergono quelle più importanti relative alla Sismologia.

Senza addentrarci nell'esame particolareggiato di tutte le pubblicazioni di Adolfo Cancani, giacchè molte non interessano da vicino la nostra Associazione, dobbiamo ricordare in modo speciale le ricerche del Cancani *Sul coefficiente di temperatura delle sbarre magnetiche,* eseguite con cura e savio criterio, e gli altri suoi studi *Sull'elettricità atmosferica*, nei quali, in mezzo all'incertezza caratteristica dei lavori su tale argomento, si rilevano l'acutezza e la scrupolosità dell'osservatore.

Digitized by Google

Il Cancani, oltrechè diligente sperimentatore ed osservatore oc-scienzioso, fu anche ottimo insegnante, e per molti anni ha dettato un corso di fisica nel liceo pareggiato del Collegio Nazzareno in Roma.

Era amato da quanti lo conoscevano, ed il senso di rimpianto che in tutti gli amici è rimasto per la sua precoce fine è reso ancora più vivo dall'afflizione in cui ha lasciato i suoi cari, che tanto speravano nel suo avvenire.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti	(*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	. . . . .	» 20
»	»	III	»	. . . . .	» 10
»	»	IV	»	. . . . .	» 20
»	»	V	»	. . . . .	» 20
»	»	VI	»	(*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	. . . . .	» 20
»	»	VIII	»	. . . . .	» 20
Abbonamento	»	IX	»	. . . . .	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 „ „	25	35	65	95	150
3/4 „ „	30	45	80	115	180
1 „ „	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. MARZO-APRILE 1905 Fasc. 2°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

N. 8. **La trazione elettrica col motore monofase** — Ing. U. SEGRE (Napoli). (*Con 32 figure*) . . . . . *Pag.* 49

„ 9. **Il motore monofase negli Stati Uniti d'America** — Ing. E SOLERI (Torino). (*Con 27 figure*) 76

„ 10. **Sopra alcuni istrumenti elettrici di misura** — Ing. V. ARCIONI (Milano). (*Con 17 figure*) 120

„ 11. **La lampada ad osmio come campione secondario d'intensità luminosa** — Ing. G. REVESSI (Roma). (*Con 2 figure*) 148

„ 12. **Alcune considerazioni sul progetto d'impianto idro-elettrico municipale di Torino** — Ing. E. SILVANO (Torino) 157

„ 13. **La lampada ad osmio secondo le moderne teorie dell'irradiamento** — Ing. G. REVESSI (Roma). (*Con 3 figure*) 167

„ 14. **Le moderne lampade ad incandescenza** — Prof. P. MONTÙ (Napoli). (*Con 8 figure*). 186

„ 15. **Conduttori frammentari** (Sunto) — Ing. U. CRUDELI (Roma) 218

NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

SEDE CENTRALE. — **Avvisi di concorsi** 17

SEZIONI. — **Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni** 21

Aggiunta all'elenco dei Soci 27

AVVERTENZA. *I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2*

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Ing. G. Batta Cucchetti - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Gustavo Rizzoli; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Salvatore Marieni - Ing. Angelo Silva.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Giuseppe Carazzolo; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini-Rossi - Ing. Ugo Valduga - Sen. prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Prof. Moisè Ascoli - Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

VOL. IX. MARZO-APRILE 1905 Fasc. 2°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — ROMA

N. 8.

LA TRAZIONE ELETTRICA COL MOTORE MONOFASE

COMUNICAZIONE

tenuta dal socio **Ing. ULDERICO SEGRE** *alla Sezione di Napoli nella Seduta dell' 11 dicembre 1904.*

Premesse.

I.

Mentre in Europa si è fatto un considerevole lavoro nell'impiegare il motore polifase a induzione alla trazione, gl'ingegneri americani non lo hanno mai adottato per tale scopo per le ragioni seguenti:

1° Che il motore polifase a induzione è di sua natura un motore a velocità costante, e perciò non adatto per la trazione, per la quale il cambiamento continuo di velocità è una caratteristica. Il motore a corrente continua in serie è appunto adatto alla trazione perchè una delle sue caratteristiche è la possibilità del continuo mutare della velocità.

Per una certa velocità il motore polifase è un motore di buon rendimento, mentre il rendimento alle altre velocità non può essere maggiore del rapporto fra la velocità attuale a quella di sincronismo. E si noti che nella trazione si fa necessariamente un notevole lavoro a velocità inferiore alla massima.

Circa alla pratica, usata, per esempio, nella Valtellina, di porre due motori in tandem, cioè di alimentare il primario di un motore con corrente fornita dal secondario dell'altro motore, è ben vero che conduce ad avere, per la velocità sincrona del paio di motori, il valore metà della velocità che si avrebbe senza tale disposizione, però deve aumentare considerevolmente il peso dell'equipaggiamento elettrico per conseguire un tal vantaggio. Infatti ponendo su una

Digitized by Google

vettura quattro motori, di cui due principali e due usati solo quando si è al disotto della mezza velocità, tali motori restano inutilizzati per le velocità superiori alla mezza, costituendo un peso morto costoso.

2° Il secondo svantaggio della corrente polifase per azionare dei motori ad induzione è che almeno due conduttori aerei risultano necessari sulla linea; che se poi il binario non viene usato per trasportare la corrente, i conduttori occorrenti sono tre. Il mantenere l'isolamento su una rete così complicata ad alta tensione è assai più difficile che non lo sia per un solo conduttore, anche ad alta tensione, come sarebbe il caso per un sistema monofase.

Ecco perchè gl'ingegneri americani hanno sin dal 1893 iniziato degli esperimenti completi sui motori a corrente alternata monofase. Essi non furono, a vero dire, i soli, ed è con soddisfazione che noi possiamo citare, anche in questo campo, i lavori di un italiano, il dott. Finzi di Milano, che parallelamente con i costruttori americani studiò e costruì dei motori in serie a corrente alternata. Tuttavia non minore interesse destano i lavori delle Ditte americane, sia per il valore dei loro ingegneri che per la vastità che in quel paese si può dare ad ogni progresso, e per il fatto che al dì d'oggi vi sono colà già in esercizio le prime ferrovie monofasi.

II.

Ammessa la convenienza di trovare un motore monofase per la trazione, la scelta fra quelli possibili rimane assai limitata. Si deve escludere il motore a induzione; il così detto motore asincrono monofase, perchè non ha coppia di avviamento sufficiente, come risulta

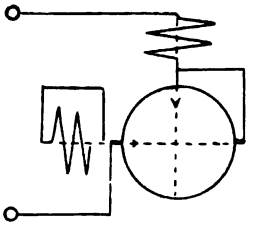


Fig. 1.

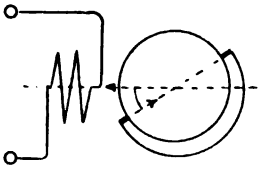


Fig. 2.

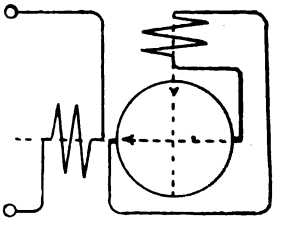


Fig. 3.

anche da diagrammi comparativi allegati. Il paragone quindi da farsi era solo possibile fra motori a collettore, e cioè fra il motore in serie (fig. 1), quello a repulsione (fig. 2) e quello rappresentato nella figura 3.

Digitized by Google

Nel primo tipo, rappresentato nella figura 1, le correnti primarie vengono commutate nel collettore e il flusso trasversale dell'armatura può venire eliminato e quindi gli effetti della self-induzione dell'armatura combattuti da un avvolgimento *I* — segnato nello schizzo — che può essere chiuso in corto circuito o inserito in serie sul circuito primario, ed il cui effetto consiste nell'opporsi al flusso trasversale dell'armatura. Questo, come vedremo, è il tipo di motore generalmente adottato nella trazione.

Nel secondo tipo (fig. 2), o motore a repulsione, lo statore riceve la corrente primaria, il motore è chiuso in corto circuito su sè stesso per mezzo di due spazzole la cui retta congiungente fa un certo angolo con la linea dei poli.

Nel terzo tipo, e nei derivati, l'armatura che porta la corrente indotta e l'avvolgimento dello statore che produce il campo sono messi in serie e chiusi in un corto circuito secondario, costituendo un trasformatore combinato con un motore: F_1 è il flusso del trasformatore, prodotto dal circuito primario dello statore, mentre la corrente prodotta nell'indotto, circolando nell'avvolgimento posto nell'induttore dà luogo ad un altro flusso F_2.

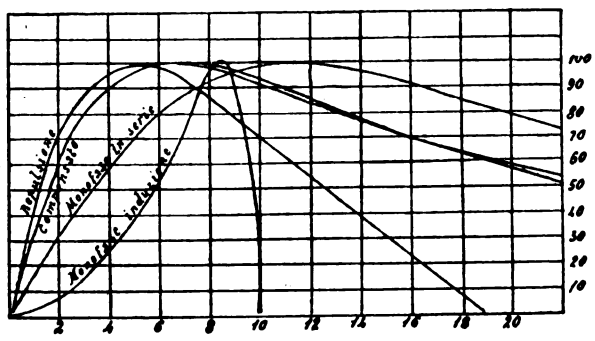


Fig. 4.

Nel motore a repulsione e nel motore trasformatore descritto prima v'è il vantaggio di una corrente primaria che circola nello statore e può essere ad alto potenziale poichè non viene interessata nella regolazione.

Ecco perchè da molti si propose di usare tali motori, od altri derivati da questi, per la trazione.

Ma tali motori hanno il forte inconveniente di essere legati ad una velocità massima di sincronismo, così da prestarsi assai poco alla velocità necessariamente variabile di motori da trazione. Per la medesima ragione essi diminuiscono troppo rapidamente di potenza coll'aumentare della velocità. Onde mostrare tale fenomeno in modo distinto si sono sovrapposti negli uniti diagrammi le coppie e le potenze sviluppate alle diverse velocità da motori analoghi, monofase in serie, compensato e non compensato, e monofase a repulsione, nonchè dal motore monofase a induzione (fig. 4).

*

Digitized by Google

Tali diagrammi sovrapposti mostrano chiaramente per quali ragioni siasi preferito di applicare alla trazione il motore monofase in serie con circuito compensato.

Il vantaggio dovuto all'esistenza di un circuito compensatore risulta anche da considerazioni teoriche.

Il motore in serie semplice, cioè senza circuito compensatore, ha generalmente la costruzione polare dello statore, come un motore a corrente continua, con la sola differenza che lo statore stesso è laminato; tale motore può considerarsi come il caso limite di un motore a corrente alternata, nel quale il circuito compensatore sia zero. L'altro caso limite, l'opposto, è costituito da un motore nel quale manchi il circuito induttore, e dove l'eccitazione del rotore sia data da un secondo sistema di spazzole chiuse in corto circuito e poste ad angolo retto da quelle principali.

È questo il motore studiato da Winton, da Eichberg e da Latour.

Il caso medio fra i due è dato dal motore in serie compensato.

Per avere un buon fattore di potenza, o cos φ, nel motore in serie non compensato monofase occorre diminuire il numero delle spire d'eccitazione, o pertanto aumentare le spire dell'armatura per avere una certa f. e. m. Ma così facendo si aumenta la reazione di armatura e la self-induzione dell'armatura fino a che questo aumento vien più che a compensare la diminuzione della self-induzione dei magneti.

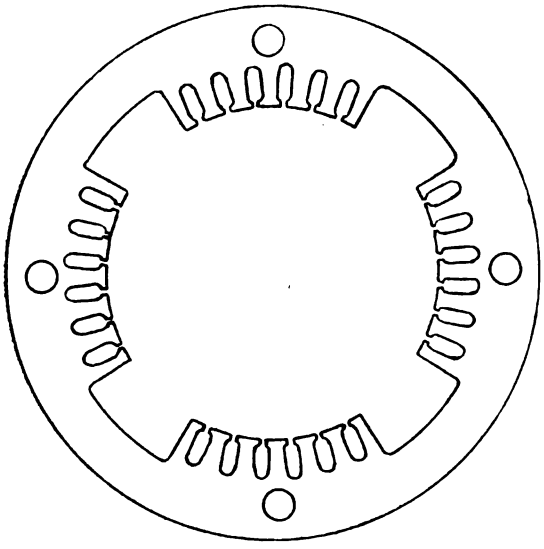


Fig. 5.

Ad evitar ciò, l'unico modo è quello di compensare la reazione d'indotto, mediante un avvolgimento stazionario sull'induttore, il quale può essere azionato dalla corrente principale in serie coll'armatura o da una corrente indotta, prodotta chiudendo tale circuito su sè stesso.

I magneti di campo sono avvolti su poli salienti (v. schema fig. 5) o l'avvolgimento è distribuito in alveoli (v. schema fig. 6).

Digitized by Google

Quanto al circuito compensatore, questo ha sempre un avvolgimento distribuito in alveoli, perchè ugualmente distribuito è il circuito che si deve compensare, e cioè quello sull'indotto.

È questo il motore che dà migliori risultati, avvicinandosi di più al motore a corrente continua nel suo comportamento.

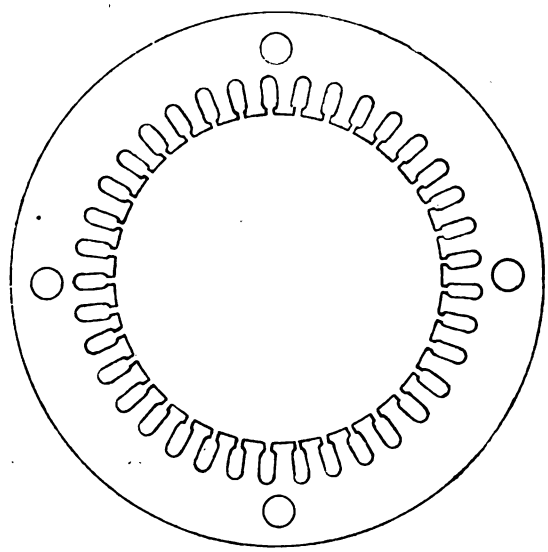


Fig. 6.

III.

Le qualità in base alle quali si giudicano le caratteristiche di un motore di trazione sono le seguenti:

1° Sicurezza di funzionamento;

2° Tensione massima possibile ai morsetti del motore e massima tensione possibile alla presa del trolley;

3° Scintillio alle spazzole e sugli anelli di presa di corrente;

4° Peso per cavallo ad una certa velocità;

5° Spazio occupato dal motore;

6° Rendimento a pieno carico e a carico ridotto;

7° Perdita d'energia all'avviamento;

8° Fattore di potenza (cos φ) ai vari carichi e all'avviamento;

9° Variazione di velocità, facilità di regolamentazione.

Mi propongo di vedere come queste qualità siano soddisfacenti sul motore monofase in serie compensato, solo accennando ad altri motori monofasi per necessità di confronto.

Il rendimento meccanico ed elettrico dei motori monofasi a collettore può confrontarsi abbastanza bene con quello dei motori a corrente continua. Unisco diversi diagrammi, fig. 7, 8, dai quali può farsi un raffronto fra il rendimento del motore Westinghouse n. 83 a corrente continua (500 v., 85 amp. a 300 v. e 80 amp. a 400 v., chiuso, riduzione massima 16 : 60) con quello del motore Westinghouse n. 105 a 250 v.; i due motori essendo all'incirca della medesima potenza.

Il rendimento massimo, che è del 91 per cento pel motore a corrente continua, diviene dell'88.5 per cento nel motore a corrente

Digitized by Google

alternata, ciò che non presenta una sensibile differenza nella pratica. Altrettanto si dica per i motori nn. 106, 107, 108, tutti a corrente alternata, di cui pure si uniscono i diagrammi (fig. 9, 10, 11).

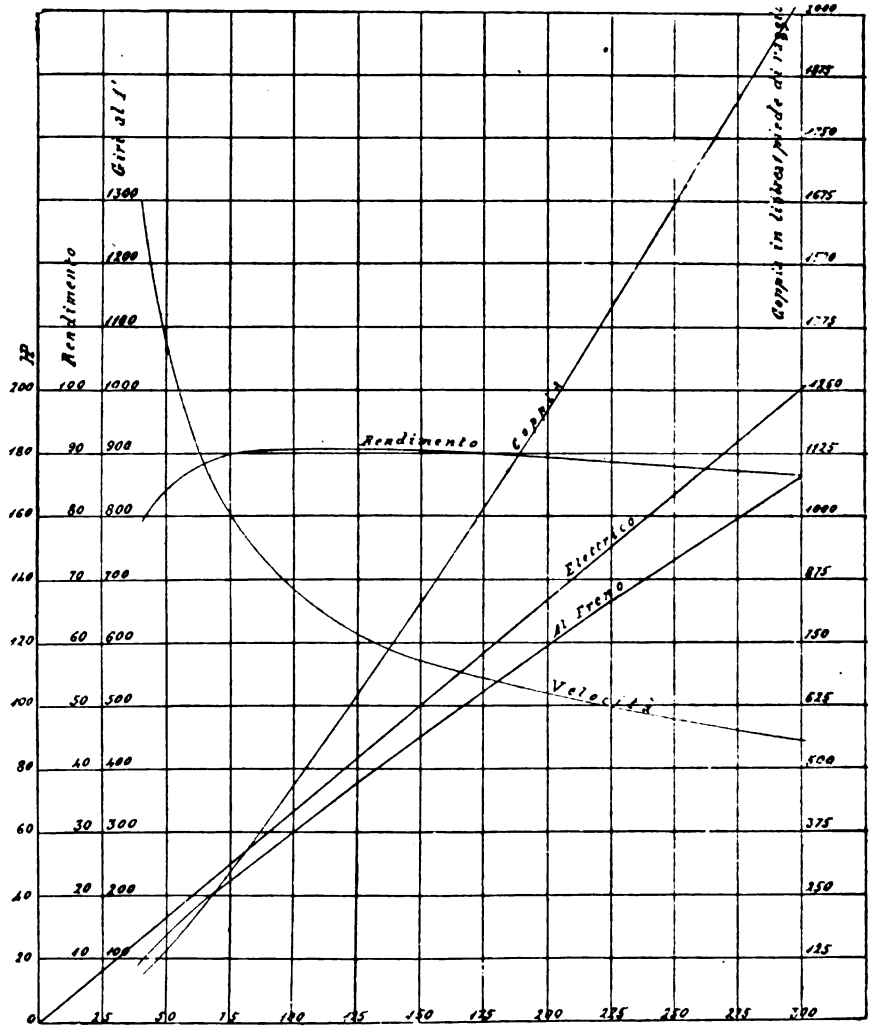


Fig. 7. — Motore Westinghouse N. 83 a c. c.

La sicurezza di funzionamento non lascia a desiderare nei motori a corrente alternata monofase, dacchè la differenza di costruzione dei motori a corrente continua sanzionati dalla pratica è minima.

Nel confronto fra motori a corrente continua e motori a corrente alternata monofase questi ultimi risulterebbero in condizioni meno

Digitized by Google

favorevoli circa alla tensione, poi che non conviene in essi superare i 250 ÷ 300 v. di tensione ai morsetti. Però l'inconveniente è evitato mantenendo costantemente in serie due motori nella vettura. Le vetture allora vengono equipaggiate con quattro motori e le due paia vengono messe in serie o in parallelo. Ma lo svantaggio della

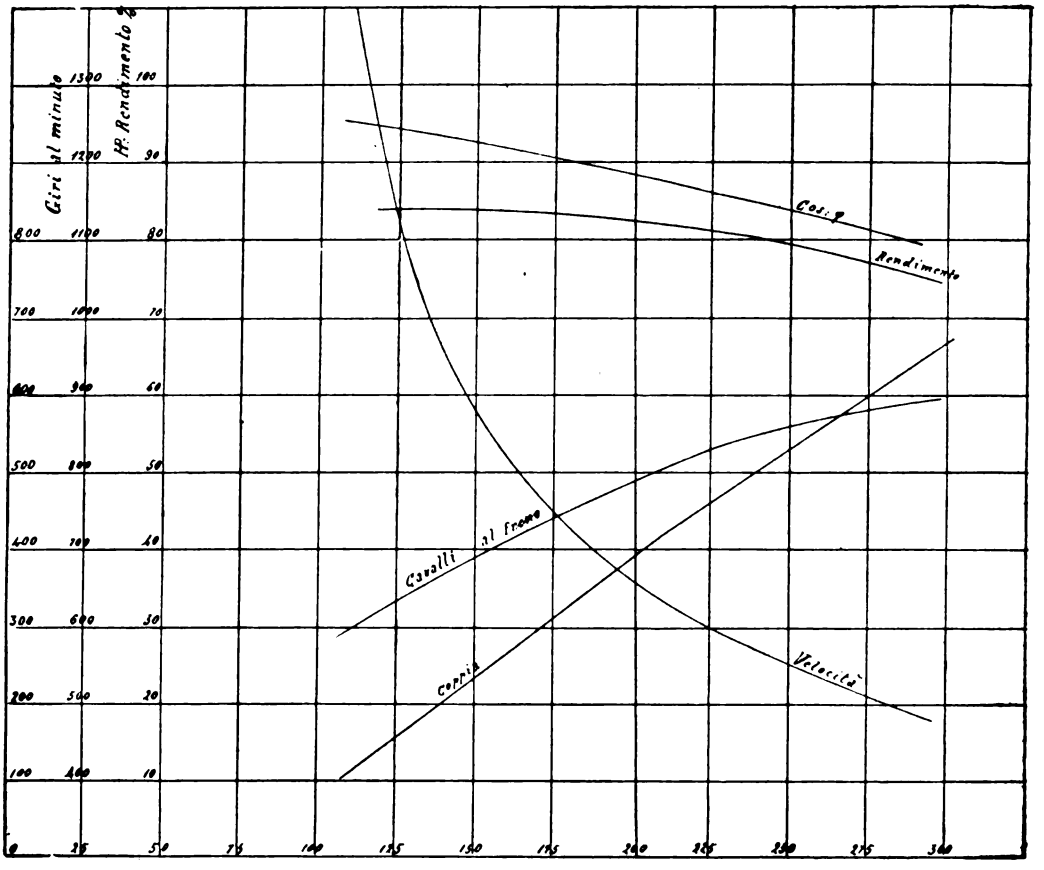


Fig. 8. — Motore Westinghouse a corr. alt. N. 105.

tensione minore sparisce dinanzi al fatto che mediante un trasformatore sulla vettura si può avere sul trolley una tensione anche elevata a piacere. Tale tensione è di 2200 v. nella linea di Schenectady Ballston delle G. E. C. e di 1200 nella linea di East Pittsburg della Westinghouse.

Il fatto che la corrente che si trasmette è alternata (frequenza 25 cicli) dà luogo nel filo del trolley ad un'apparente maggiore resistenza, dovuta alla autoinduzione della linea $(R = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2})$.

**

Digitized by Google

La maggiore resistenza è poi più sensibile ancora nel conduttore formato dalle rotaie per i fenomeni d'isteresi e di correnti di Foucault che si producono nell'acciaio.

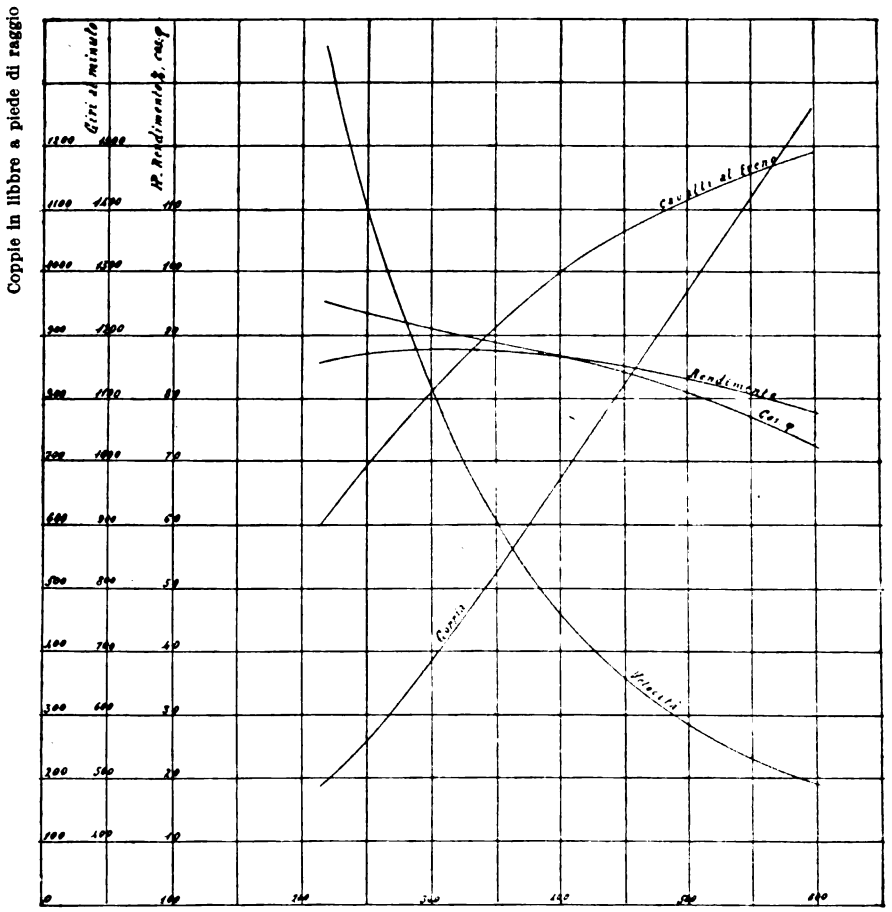


Fig. 9. — Motore Westinghouse a corr. alt. N. 106.

Per poter giudicare l'importanza relativa delle perdite cui dà luogo questa maggior resistenza servirà lo specchio seguente:

Resistenza comparativa del filo di linea e del binario alla corrente alternata e continua.

	continua	alternata	rapporto
Due fili di rame in serie.	0.318	0.417	1.25
Un filo conduttore e le due rotaie	0.167	0.259	1.55
Due fili conduttori e le due rotaie	0.088	0.155	1.76
Le due rotaie sole	0.0174	0.114	6.55

Digitized by Google

La resistenza del filo conduttore è diminuita alquanto dal filo d'acciaio posto in parallelo con esso e che serve a sostenerlo, come dirò appresso.

Per studiare i fenomeni che danno luogo allo scintillio alle spazzole occorre un breve esame dei vari motori a corrente monofase, e della distribuzione in essi dei campi magnetici.

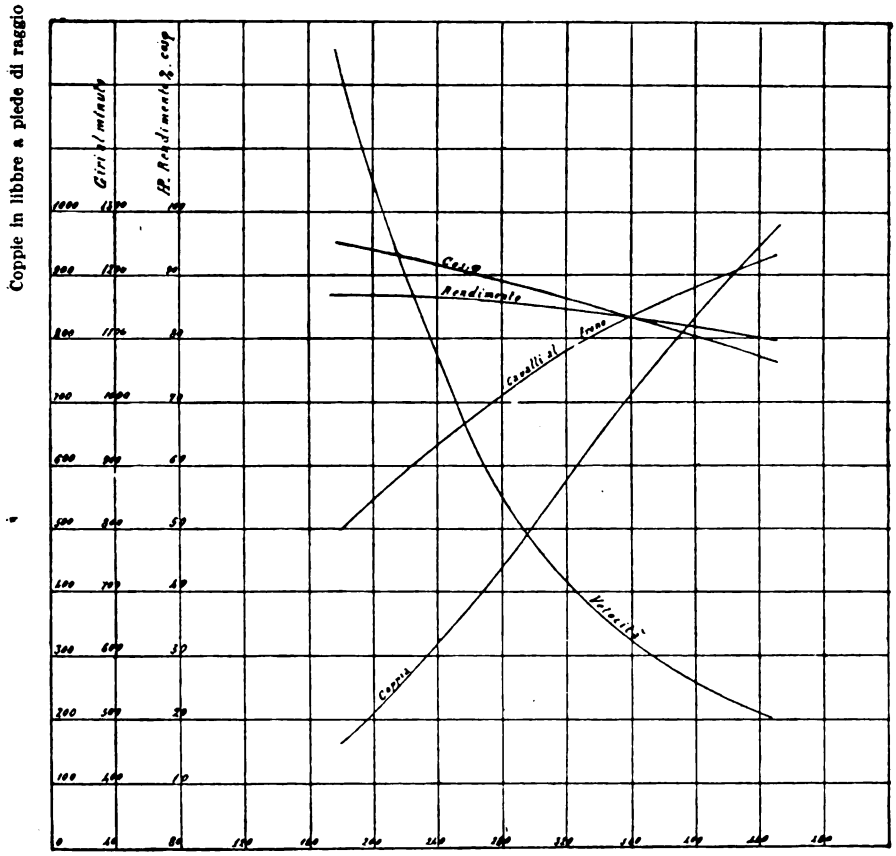


Fig. 10. — Motore Westinghouse a corr. alt. N. 107.

Lo scintillìo alle spazzole avviene infatti a causa della corrente di apertura dei circuiti formati dalle spire che cessano di essere chiuse in corto circuito sotto una spazzola, fra due lamelle contigue. E poichè l'esistenza di tali correnti si riflette in un peggioramento del rendimento del motore e del fattore di potenza, così sarà ancora più da evitarle. Esaminerò dunque dapprima come si produca la commutazione nei vari motori.

Digitized by Google

Nel motore in serie il flusso magnetico in direzione normale alla linea dei poli è trascurabile, se il motore è compensato, oppure in fase con il flusso principale perchè flusso dovuto alla reazione d'armatura.

Nella spirale chiusa in corto circuito, sotto la spazzola, la f. e. m. dovuta al movimento è trascurabile oppure in fase col flusso pri-

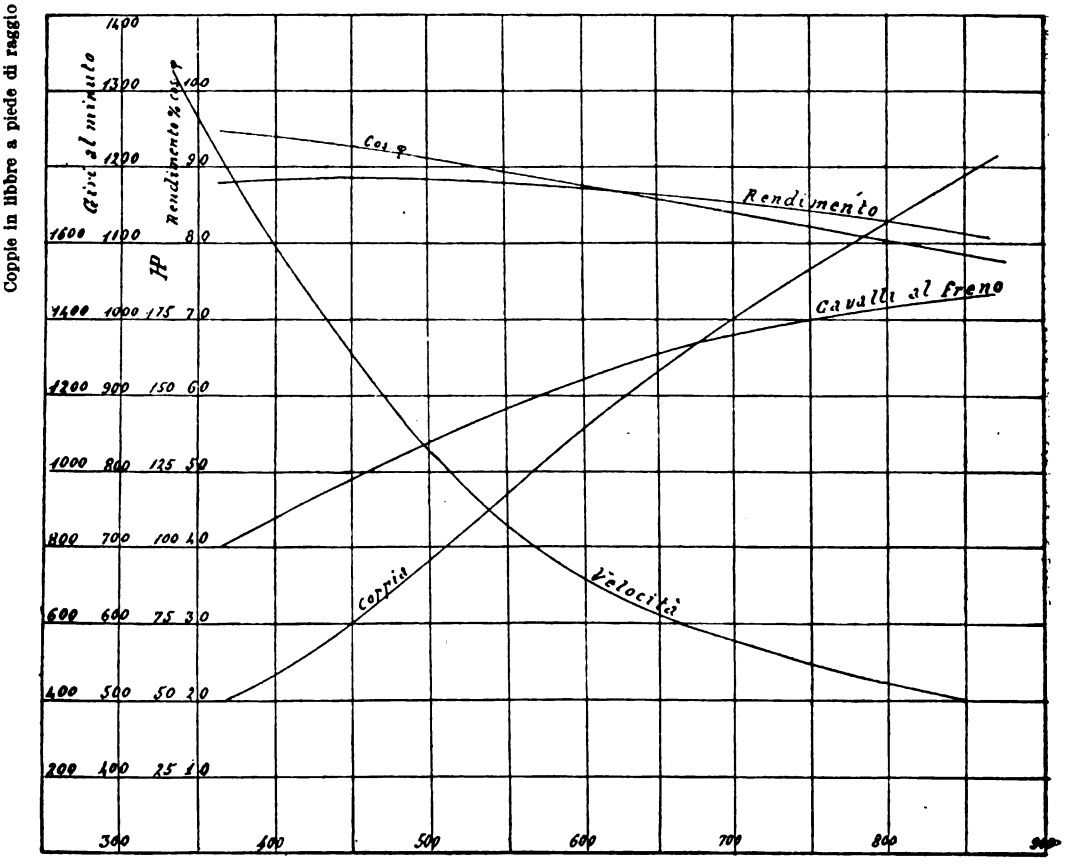


Fig. 11. — Motore Westinghouse a corr. alt. N. 108.

mario, e perciò colla f. e. m. di rotazione, perchè tale f. e. m. è massima quando il numero delle linee di forza tagliate dalla spira nella unità di tempo è massimo, ma ciò si verifica nell'istante in cui il flusso primario è pure massimo, ed analogamente per il flusso nullo e per il flusso minimo o negativo. La f. e. m. dovuta al fatto che il flusso principale che passa per la spira è alternato, è invece in quadratura con il flusso principale e perciò con la f. e. m. di

Digitized by Google

rotazione, e ciò perchè tale f. e. m. è un'ordinaria f. e. m., indotta che è sempre, come è noto, in quadratura con il flusso che la produce. Quindi la spirale chiusa in corto circuito è sede di una f. e. m. a tutte le velocità, perchè le due f. e. m. nominate non sono in fase fra di loro.

Nel motore a repulsione descritto prima il flusso magnetico trasversale, dovuto alla reazione d'indotto, è in quadratura colla corrente principale, perchè la corrente che produce tale campo trasversale è una corrente indotta, quindi in quadratura con la prima. Perciò il campo trasversale avrà il massimo numero di linee di forza nell'istante in cui la corrente principale, quella che circola nelle spire dello statore, ha il valore zero, e viceversa.

La f. e. m. indotta nella spira, chiusa in corto circuito da una spazzola, dal campo principale, che è alternativo, è in quadratura con questo, perchè, come è noto, un flusso alternativo induce in una spira chiusa una corrente in quadratura col flusso stesso, mentre l'altra f. e. m. dovuta al movimento, cioè al fatto che il perimetro della spira che taglia il campo trasversale è in fase con questo campo stesso, essendo evidente che quest'ultima f. e. m. indotta avrà il valor massimo quando la spira relativa taglia il massimo numero di linee di forza nell'unità di tempo, e così via. Abbiamo però veduto che i due campi, quello primario e quello trasversale sono in quadratura, le due f. e. m. indotte nelle spire sono opposte fra loro, e si neutralizzano più o meno completamente. Al sincronismo le due f. e. m. sono uguali e opposte, e la commutazione è perciò perfetta teoricamente.

Concludendo, si vede come la commutazione possa essere perfetta nel motore a repulsione dopo giunto presso il sincronismo e discreta nel motore in serie compensato.

Per rendere anche in tal ultimo caso buona la commutazione bisognerà che il motore sia avvolto per un potenziale piuttosto basso (200-250 v.), che è ciò che si usa di fare, e allora la commutazione è all'incirca altrettanto buona con il motore monofase compensato come con quello a corrente continua ad un potenziale circa doppio (500 v.) che si usa.

Nella considerazione del peso relativo di diversi motori adattabili alla trazione occorre distinguere il peso dei motori propri e quello del complessivo equipaggiamento elettrico di cui bisogna munire una carrozza automotrice.

Nel primo caso, e limitando il parallelo al motore monofase in serie compensato ed al motore a corrente continua, si ha che il

Digitized by Google

primo è più pesante del secondo per ugual potenza e velocità. Le ragioni perciò sono: che i magneti sono solidi e non laminati nei motori a corrente continua, queste avranno perciò delle spire di campo più corte, perchè la superficie che debbono abbracciare tali spire è minore, quindi un minore peso di rame.

Inoltre non circola nelle spire stesse una corrente sfasata che richiede più rame; i motori monofasi con avvolgimento del rotore distribuito come nello schema della fig. 6 hanno poi una parte del ferro magneticamente inattivo che ne aumenta il peso. L'induzione nei denti del motore a corrente continua può salire a 27,000 e a 15, a 20,000 nell'armatura, ciò che non si può conseguire nel motore a corrente alternata perchè si perderebbe troppa energia nei cicli di isteresi, e ne risulterebbe una corrente magnetizzante sfasata. Il collettore dev'essere più grande nel motore monofase, perchè il voltaggio ne è minore e perchè le perdite nel collettore sono invece maggiori, inoltre perchè usansi fare molti segmenti per avere le spire elementari corte.

In pratica risulta che un motore monofase in serie compensato pesa almeno il 20 per cento di più che il corrispondente motore a corrente continua.

Lo spazio occupato dal motore a corrente alternata monofase è, a parità di potenza, alquanto superiore a quello che occuperebbe il motore a corrente continua, poichè il diametro aumenta dell'8 per cento a parità di numero di giri, o questi aumentano del 20 per cento a parità di dimensioni. Occorre tener presente tale circostanza, potendo influire sull'altezza da darsi al pavimento della vettura sul piano del ferro, ed eventualmente sul numero di scalini necessari per salirvi, ciò che in ultima analisi si riflette sul tempo necessario nelle fermate.

Se poi non si limita il paragone al solo motore, ma lo si estende all'intero equipaggiamento, si rileva un aumento di peso dell'equipaggiamento che va dal 15 al 18 per cento di questo, e ciò perchè come vedremo, volendo evitare le perdite d'avviamento nel reostato, a questo si sostituisce spesso con un regolatore d'induzione che ha un peso non indifferente.

Valutando l'aumento di peso derivante dalla sostituzione di motori monofasi in serie a motori a corrente continua, come riportata all'insieme del peso della vettura, si può contare sopra un aumento del 5 all'8 per cento.

Le perdite a cui dà luogo l'avviamento sono uno dei caratteri più importanti di un motore di trazione, specialmente se le accelerazioni sono frequenti.

Digitized by Google

Gli equipaggiamenti a corrente continua si avviano col metodo serie parallelo, le resistenze rimangono in circuito solo per poco tempo e il motore si accelera per un gran tempo senza resistenze.

Teoricamente il motore a corrente alternata monofase si può avviare senza perdite, poi che non ha bisogno di resistenza di avviamento, ma il trasformatore per l'avviamento assorbisce continuamente una certa energia, ed il rendimento del motore stesso è un po' minore, come si disse.

In sostanza, se prendiamo per unità le perdite di avviamento in kw. di un treno di 160 tonnellate con motori a corrente continua che si avvia per 1300 metri con una velocità media di 30 km.-h., la perdita d'avviamento in kw. del medesimo treno con motori monofasi varia da 0.90 a 1.20; la stessa misura in k. v. a. dà il valore 1.10 a 1.50.

Perciò può dirsi che dal punto di vista dell'avviamento i motori monofase o a corrente continua si corrispondono, sia che al motore monofase sia applicato un trasformatore di avviamento (Westinghouse, Finzi), sia che si usi il metodo serie parallelo.

Dagli uniti diagrammi di motori monofasi si rileva che il fattore di potenza è sufficientemente buono a qualsiasi carico. La coppia di avviamento diminuisce però più rapidamente col motore a corrente alternata che con quello a corrente continua, col diminuire della corrente, ossia coll'aumento della velocità, e ciò pel diminuito fattore di potenza.

Infine, il motore monofase in serie non presenta nessuna maggiore difficoltà di regolazione del motore a corrente continua. Anzi esso ha su quest'ultimo il grandissimo vantaggio di non interessare, se si vuole, nella regolazione la corrente principale, purchè si adoperi il regolatore ad induzione di cui dirò or ora.

Questo vantaggio può parer lieve se si considera solo l'equipaggiamento di una vettura isolata, o anche quello di una singola vettura motrice inserita in un treno di varie motrici governate ad unità multiple, poichè in tal caso, assumendo pure un potenziale secondario di 500 v. (ed è naturalmente sul secondario che verrebbero inserite le resistenze), la corrente da interrompere nei tasti del controller potrebbe giungere al massimo a 400 ampère per quattro motori di 60 HP (di cui due costantemente in serie).

Ma allorchè si usasse una locomotiva elettrica, come avverrebbe necessariamente su linee ferroviarie, la corrente da interrompere nel controller può salire ad intensità tali da rendere tale manovra oltremodo pericolosa.

Digitized by Google

Ecco perchè un regolatore d'induzione pare assai più indicato che non il reostato per la regolazione di corrente in veri e propri impianti ferroviari.

Gli impianti americani di ferrovie monofasi.

Come si è visto nella prima parte di questo studio, numerose ragioni militano per l'adozione del motore in serie compensato, per la trazione, a preferenza di altri, poichè tal motore ha rendimento, peso e caratteristiche pressochè altrettanto buone come il motore a corrente continua.

Vediamo ora come questo motore sia stato applicato dalle due Ditte che lo costruiscono in America, cioè dalla General Electric Co. di Schenectady e dalla Westinghouse Electric & Mfg. Co. di Pittsburg.

La General Electric ha equipaggiato a corrente alternata monofase una linea elettrica preesistente, quella da Schenectady a Ballston presso Saratoga, nello Stato di New-York.

Il fatto stesso di avere scelto una linea che già era esercitata a corrente continua, mostra la direttiva secondo la quale procedettero i lavori della General Electric Co., e cioè quella di avere motori che possano circolare su linee monofasi e su linee a corrente continua.

Il motore è molto simile a quello a corrente continua, anche nell'apparenza esterna (fig. 12), mentre nella costruzione interna differisce da questo solo per quanto riguarda lo statore, che non ha poli salienti, ma è liscio ad alveoli (fig. 6) ed ha due circuiti distribuiti, l'uno per la produzione del campo e l'altro per il circuito compensatore del flusso trasversale d'indotto, così che la sua apparenza è piuttosto quella di uno statore di motore bifase, che ha però un numero maggiore di spire in un avvolgimento che nell'altro. Le spazzole sono quelle abituali per motori corrispondenti a corrente continua, e sono costantemente mantenute nella posizione neutra. L'intraferro è sufficiente — circa doppio di quello usato nei motori ad induzione, ma minore di quello usuale nei motori a corrente continua corrispondente.

Il circuito compensatore, come si disse, è in serie col circuito induttore, e non chiuso in corto circuito su sè stesso, e ciò perchè la compensazione del flusso trasversale abbia luogo anche con corrente continua.

Se il numero di spire del circuito compensatore è uguale effettivamente a quello dell'indotto, l'induttanza complessiva è rappresen-

Digitized by Google

tata soltanto dalle poche linee di forza che sfuggono intorno a ogni spira ed è perciò trascurabile; e se l'induttanza dei magneti di campo è tenuta bassa, risulterà alto il valore del cos φ a tutte le velocità.

Ciò è quanto avviene nei motori della General Electric nei quali il cos φ si mantiene al valore di 0.95 per buon tratto della caratteristica.

La commutazione, come potei osservare, è buona a tutte le velocità, malgrado che lo statore, come ho detto, non abbia poli salienti,

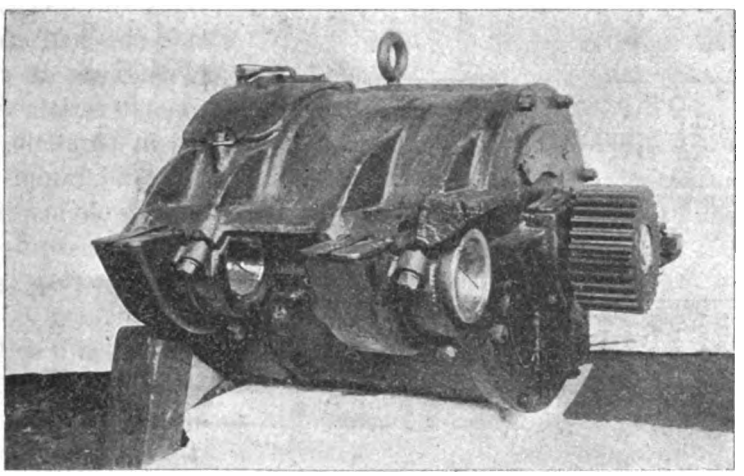


Fig. 12. — Motore monofase per trazione.
General Electric Co.

ma un avvolgimento distribuito. Nell'indotto non viene usato alcun artificio di connessioni di grande resistenza nel collettore per diminuire le correnti indotte nelle spire in corto circuito. Ciò malgrado la commutazione avviene senza scintillìo, e non può certo dirsi inferiore a quella degli ordinari motori di trazione.

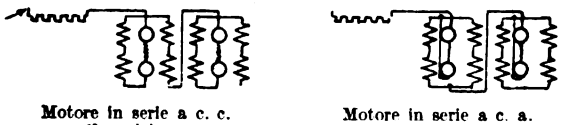
Il motore della General Electrical può funzionare e funziona effettivamente così con la corrente alternata, come con la continua; però s'è riscontrato che il numero delle spire nei magneti, per un buon funzionamento del motore, dev'essere differente nei due casi; v'è perciò in ogni vettura un invertitore con due posizioni per la corrente continua e per l'alternata, che ha per effetto di porre in serie o in parallelo le due metà di cui è costituita la bobina dell'induttore.

Ogni carrozza ha quattro motori di cui due sono costantemente in serie e la regolazione della velocità avviene perciò come se ogni

Digitized by Google

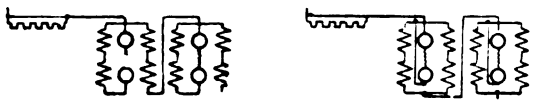
peso costituisse una sola unità; il controller usato è un controller normale di corrente continua K. 38.

Negli otto diagrammi allegati (fig. 13 a 16) si vede come avvenga la regolazione della velocità e quale differenza vi sia nelle connessioni a seconda che la corrente è continua o alternata, e cioè che nell'un caso i magneti di campo sono in serie e nell'altro in parallelo.



Motore in serie a c. c. 1ª posizione. Motore in serie a c. a. 1ª posizione.

Fig. 13.

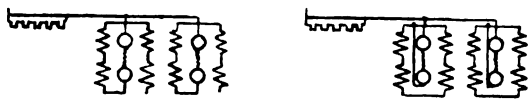


Motore in serie a c. c. 2ª posizione. Motore in serie a c. a. 2ª posizione.

Fig. 14.

Motore in serie a c. c. 3ª posizione. Motore in serie a c. a. 3ª posizione.

Fig. 15.



Motore in serie a c. c. 4ª posizione. Motore in serie a c. a. 4ª posizione.

Fig. 16.

I diagrammi mostrano solo le prime e le ultime connessioni della « serie » e del « parallelo ».

Come si è detto, gli avvolgimenti dell'induttore vengono variamente connessi colle due specie di correnti, perciò il motore funziona alla medesima velocità, sia con 250 volt a corrente continua, sia con 200 volt a corrente alternata.

Ecco alcuni dati comparativi di corse fatte dalla medesima carrozza con corrente continua e alternata:

	Corrente continua	Corrente alternata
Lunghezza di una corsa in miglia . .	1.6	1.6
Peso della vettura in tonnellate . . .	31.55	31.55
Tempo in secondi	180	180
Intensità di corrente media in ampère.	229	346
Tensione media in volt	606	435
Volt-ampère piena velocità in piano .	98	110
Volt-ampère-ora per tonn.-miglia . . .	86.3	125.5
Velocità media miglia all'ora	32	32

Digitized by Google

Il potenziale usato colla corrente alternata è di 200 volt per motore o di 400 volt per due motori costantemente, come si è detto, in serie.

Tale tensione è ottenuta dal secondario di un trasformatore di 80 kw., il cui avvolgimento primario è connesso attraverso ad un interruttore ad olio al filo di trolley che ha la tensione di 2000 volt.

Il trasformatore è sospeso al pavimento della vettura ed è raffreddato dall'aria che colpisce la superficie ondulata della scatola che la contiene.

L'aria compressa per i freni è data da un compressore elettrico mosso da un motore in serie a corrente alternata compensato che può funzionare anche colla corrente continua.

I fili conduttori della corrente alternata ad alto potenziale corrono lungo il binario, parallelamente a quelli per la corrente continua, poichè, come si è detto, i primi vennero posti su di una linea preesistente a corrente continua (fig. 17).

Sui pali vennero posti dei bracci trasversali inferiori lunghi m. 1.30 che sostengono alle due estremità degli isolatori di porcellana per alta tensione simili a quelli usati nei trasporti di forza.

A questi sono tesi due cavi d'acciaio del diametro di mm. 9.53 ai quali i fili di rame sono sospesi dai punti mediani di ogni campata.

Questa sospensione a catenaria mentre è eccezionalmente flessibile, offre il massimo isolamento alla linea ad alto potenziale. La frequenza delle correnti alternate è di 25 periodi, ed è tale da dare un buon cos φ dei motori senza aumentare di troppo il peso dei trasformatori.

Nella linea in questione, poichè i fili conduttori della corrente continua sono sul centro del binario, e quelli della corrente alternata invece laterali, si sono dovuti usare per le vetture con motori monofasi, trolley diversi, e si è provveduto con interruttori ad olio (fig. 18) a far sì che il circuito della corrente continua non possa venir chiuso quando è alzato il trolley della corrente alternata, e viceversa.

Nelle linee invece di cui una parte (quella interurbana) è a corrente alternata, e una parte (quella urbana) a corrente continua, potrà usarsi un solo trolley.

Come digressione accennerò che nella linea della General Electrical Co. si è ancora usato il tipo comune di trolley perchè il potenziale non è elevatissimo (2000 volt), nè la velocità grandissima. Ma ove si volesse avere per la linea un potenziale assai elevato (10 o 15 mila volt) si dovrebbe ricorrere ad un trolley più perfetto, come

Digitized by Google

è quello studiato dalla Società Oerlikon, che è leggerissimo e si adatta a tutti gli spostamenti a cui può essere obbligato il filo di linea nelle varie parti del tracciato ferroviario (ponti, gallerie, ecc.).

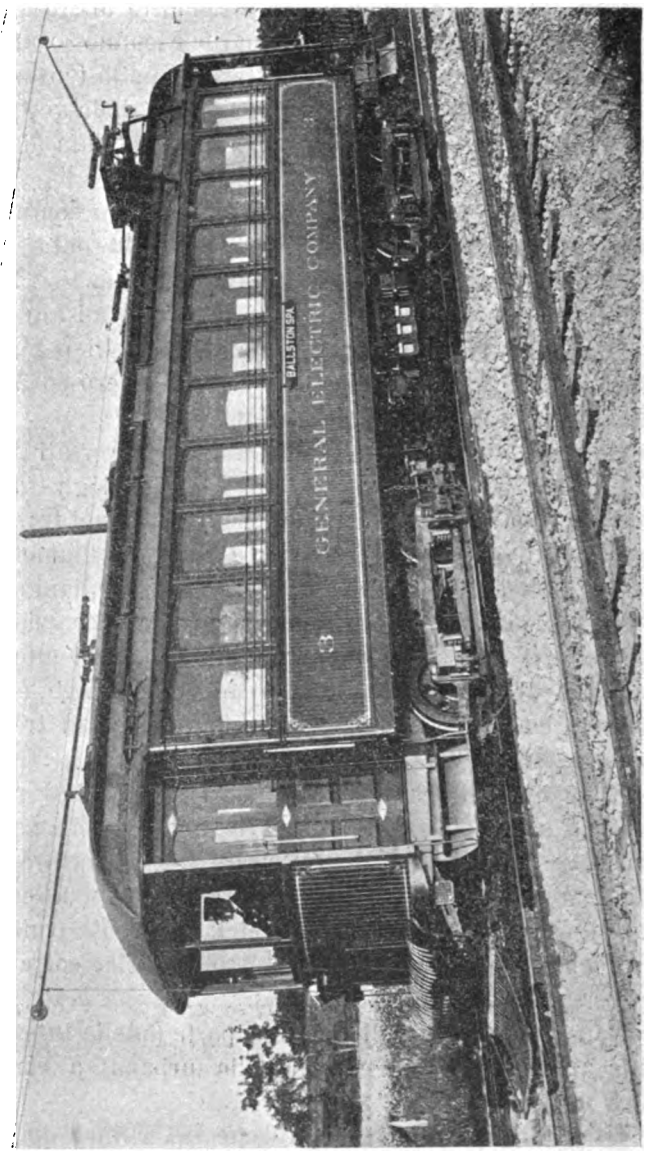


Fig. 17.

Ed ora passo a descrivere l'altra linea ferroviaria a corrente alternata monofase, quella costruita dalla Compagnia Westinghouse nei pressi del suo stabilimento di Pittsburg e che ho potuto ripetutamente visitare, grazie alla cortesia del sig. Giorgio Westinghouse (fig. 19).

Digitized by Google

La Compagnia nell'elaborare un sistema di trazione monofase si preoccupò meno di avere delle carrozze automotrici capaci di correre sulle linee già equipaggiate a corrente continua che di produrre un

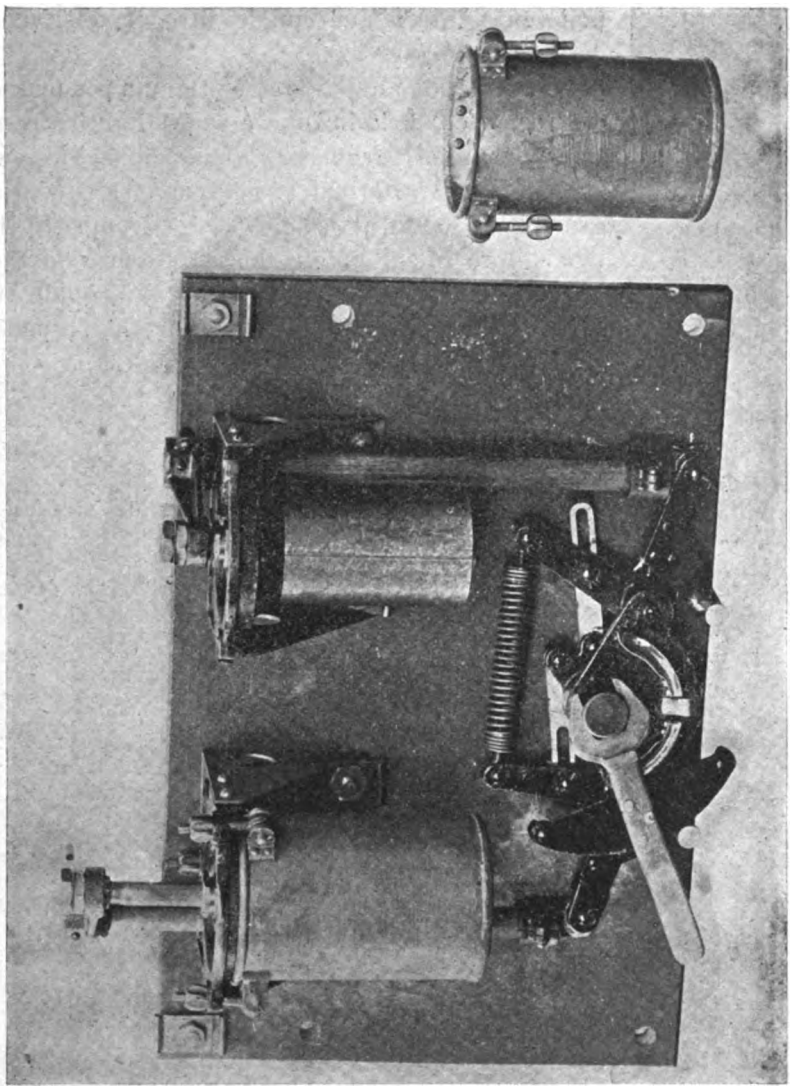


Fig. 18.

sistema vero e proprio ferroviario da applicarsi là ove un impianto a corrente continua costerebbe troppo.

Il motore è simile a quello precedentemente descritto (fig. 20). Lo statore è composto di dischi di lamiera con poli sporgenti ritenuti entro un tamburo di acciaio (fig. 21). Le spire di campo sono

Digitized by Google

Sig. Giorgio Westinghouse
Fig 19.

costantemente inserite in serie. V'è poi un secondo sistema di spire compensatrici entro alveoli nei poli.

Le spire di campo possono venire infilate nei poli senza intrecciarsi con le altre, come si vede dallo schema (fig. 22).

La regolazione del motore è ottenuta per mezzo del regolatore a induzione e senza inserire resistenze in serie. Il regolatore a induzione è essenzialmente un trasformatore nel quale il secondario è mobile rispetto al primario ed è composto di uno statore in cui circola la corrente proveniente dal secondario dell'autotrasformatore principale (fig. 23), il quale riduce la tensione da 1000 a 500 volt, ed un rotore che ha l'aspetto

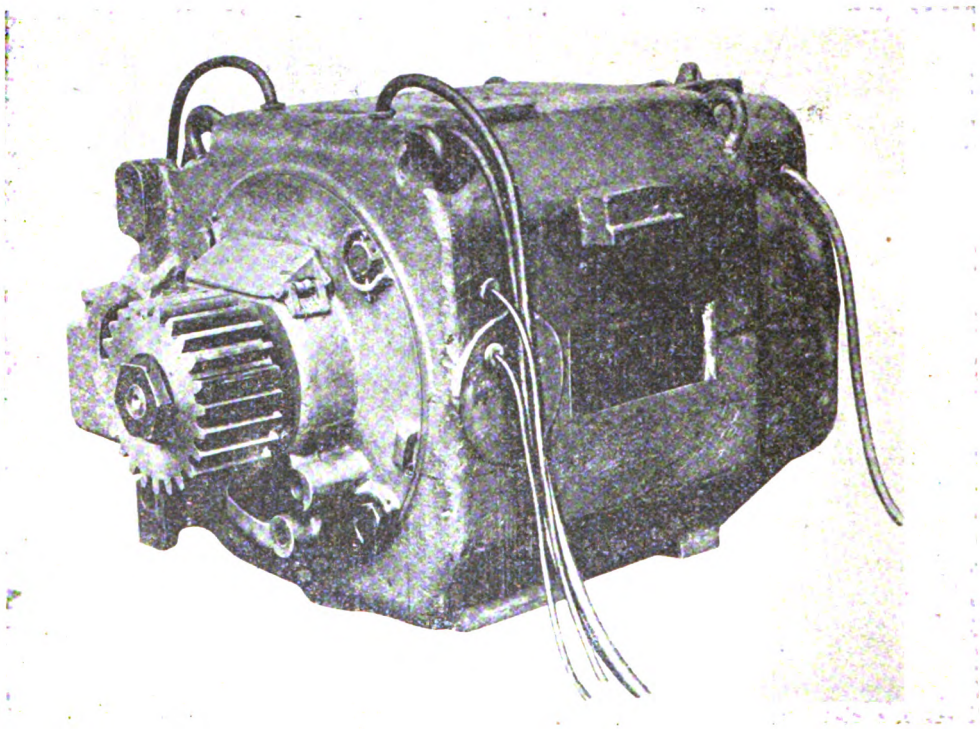


Fig. 20.

caratteristico di quelli delle antiche dinamo Brush, cioè formato da una sola bobina avvolta nel tamburo. Questo può girare di 180°, come si vede dagli schemi (fig. 24, 25 e 26).

Digitized by Google

Nella posizione della fig. 23 la f. e. m. sviluppantesi nella bobina del regolatore si oppone a quella del trasformatore, così da abbassare il voltaggio ai morsetti dei motori.

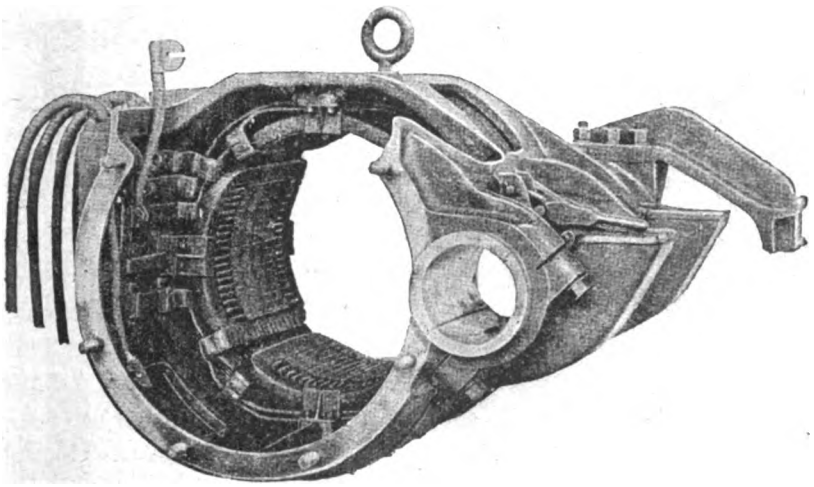


Fig. 21.

Nella posizione della fig. 24 la bobina si trova disposta normalmente al flusso e non modifica la f. e. m. del trasformatore.

Nella posizione della fig. 25, la f. e. m. della bobina viene in aumento di quella del trasformatore, e questa è la posizione della piena velocità.

Il rotore o armatura del motore Westinghouse non differisce affatto da quelli a corrente continua, se non per avere un collettore alquanto più grande a causa dei molti segmenti (fig. 27).

Il regolatore a induzione può essere facilmente adattato pel sistema a unità multiple, con poche aggiunte ed è mosso da un servo motore ad aria compressa che sposta l'asse del

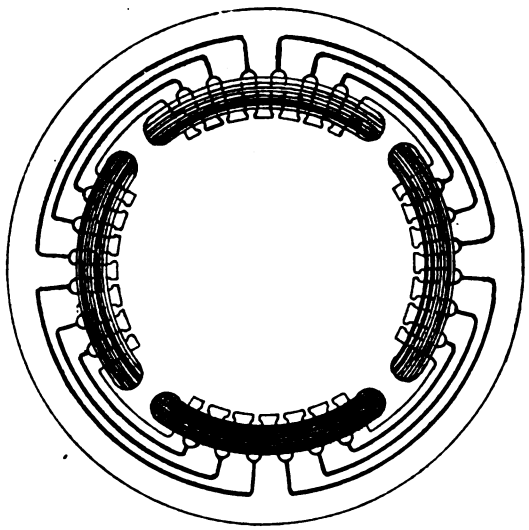


Fig. 22.

Digitized by Google

regolatore per mezzo di vite perpetua; le valvole del servomotore sono mosse da elettromagneti percorsi da una corrente come dirò

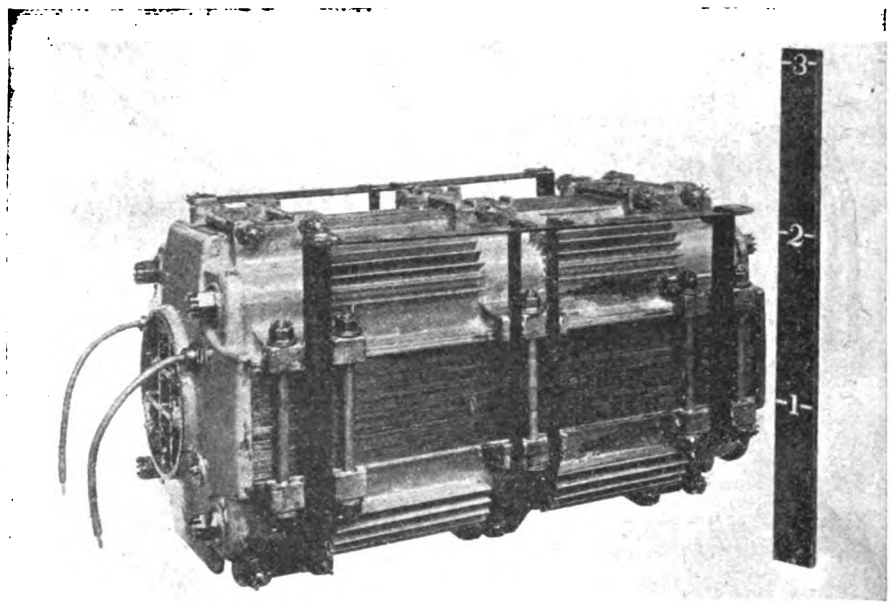


Fig. 23.

in seguito. Questo sistema d'impiegare l'aria compressa nei servomotori, azionandone le valvole con correnti a bassa tensione, è caratteristico della ditta Westinghouse che lo adottò anche nei segnali

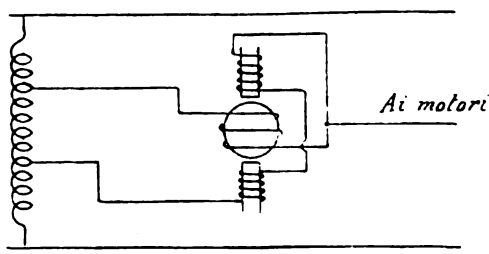


Fig. 24.

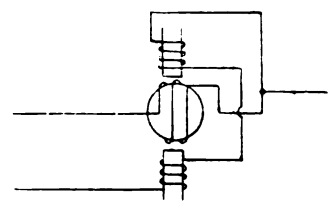


Fig. 25.

ferroviari di blocco, ed in generale nel sistema di regolazione a unità multiple.

Questo sistema è caratterizzato dall'impiego simultaneo dell'aria compressa e delle correnti a bassa tensione che agiscono sulle valvole dei servomotori ad aria compressa. Nel progettare ed eseguire questi apparecchi, la Compagnia Westinghouse ha potuto utilizzare

Digitized by Google

la grande esperienza acquistata nella costruzione dei freni e dei segnali.

Una batteria di accumulatori è la fonte indipendente di energia che ogni vettura ha con sè, e la sua corrente viene mandata alle valvole dei vari apparecchi per mezzo del controller a mano assai piccolo che trovasi sulle due piattaforme.

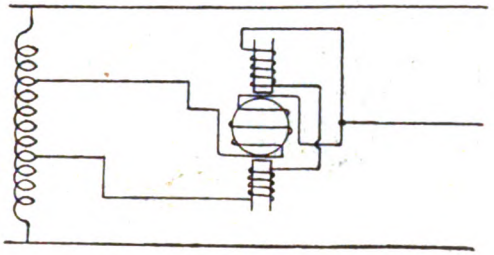


Fig. 26.

La connessione delle varie carrozze d'un treno a unità multiple, così da fare avvenire simultaneamente nelle carrozze stesse le varie inserzioni di corrente, è poi ottenuta per mezzo di attacchi a sette fili con bocchettone analogo.

La provvista di aria è comune al freno, ed il suo consumo è veramente minimo.

I vari contatti sono contenuti radialmente in un gruppo situato sotto il pavimento della vettura (fig. 28) e sono operati da piccoli

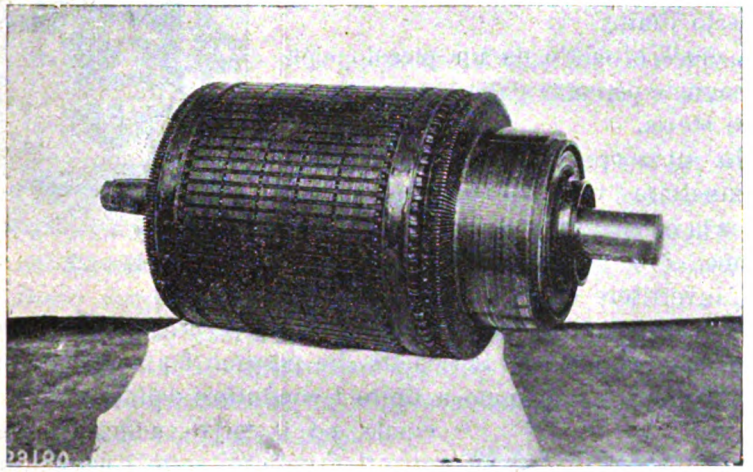


Fig. 27.

cilindri pneumatici le cui valvole vengono aperte o chiuse da elettro-magneti. Tale disposizione rende possibile avere un solo soffiatore magnetico per l'intero gruppo.

Le valvole magnetiche che regolano il funzionamento dei vari contatti elementari sono connesse fra di loro da piccoli contatti, così

Digitized by Google

che, allorchè un contatto si chiude, le spire del magnete che aziona le valvole del contatto successivo, vengono ad essere percorse dalla corrente. Si ha così un'azione progressiva nel funzionamento dei vari contatti, la cui frequenza, senza entrare in maggiori dettagli, è regolata dalla corrente principale per mezzo di un limitatore che fa sì che l'azione dei vari contatti avvenga in modo da dare un'accelerazione uniforme con una corrente costante.

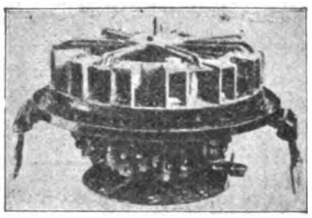


Fig. 28.

Così la marcia delle carrozze è indipendente fino a un certo punto dal conduttore. Tutte le bobine ed i contatti sono ben protetti, sia elettricamente nel loro isolamento, sia meccanicamente.

Il limitatore che regola la corrente durante l'accelerazione (fig. 29) consiste semplicemente di un contatto nel circuito di regolazione — quello a bassa tensione proveniente dagli accumulatori — che è aperto ogni qual volta la corrente principale — quella dei motori — supera un certo limite.

E ciò è ottenuto da un piccolo elettro-magnete percorso dalla corrente principale stessa.

Un altro apparecchio è destinato a disconnettere tutti i contatti quando manca la corrente principale per qualsiasi ragione.

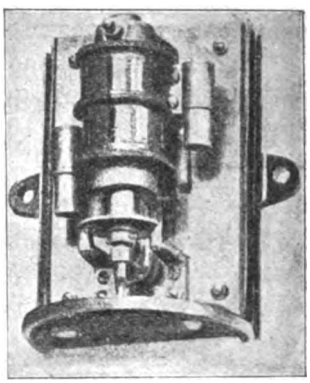


Fig. 29.

L'invertitore di corrente è un apparecchio costruito sulle identiche basi dei precedenti (fig. 30). Un corpo isolante porta dei blocchetti che possono far contatto con apposite lame a cui vengono a finire i conduttori della corrente principale, ed il corpo suddetto si muove avanti e indietro sotto l'azione del pistone di un cilindro pneumatico.

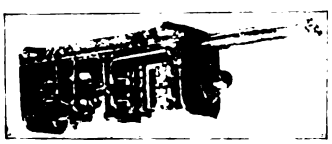


Fig. 30.

Questo tipo di controllo multiplo che, ripeto, la Ditta Westinghouse adopera per la corrente continua viene applicato ai motori in serie a corrente alternata, quando la loro regolazione è ottenuta con resistenze e cioè quando si vuole usare tali motori su di un tracciato parzialmente a corrente continua e parzialmente a corrente alternata.

Digitized by Google

Quando invece si usa il regolatore a induzione, tale sistema si modifica leggermente, rimanendo l'invertitore e il limitatore, e facendo poi ruotare il regolatore a induzione per mezzo di un motore ad aria compressa, le cui successive posizioni sono regolate da valvole magnetiche, sicchè il principio rimane lo stesso. I circuiti a bassa tensione che operano sulle valvole magnetiche sono le sole linee che vanno da vettura in vettura per mezzo di conduttori flessibili fissati in bocchettoni.

Il controller propriamente detto, cioè quella manovella che è spostata dal manovratore, è semplicissimo, e poichè stabilisce solamente le connessioni per la corrente a bassa tensione proveniente dalla batteria, è piccolissimo e leggerissimo a manovrare.

Volendo invece usare un controller a mano, per vetture leggere, si stabiliscono connessioni dai motori a vari punti posti sull'avvolgimento secondario del trasformatore, ed anche così si eviterà l'impiego di resistenze di avviamento, pur avendo sempre una tensione del motore indipendente da quella del filo di trolley.

La tensione usata per il motore è stata scelta costantemente di 250 volt. La illuminazione delle vetture è data in generale da un piccolo trasformatore ausiliario, che dà una tensione secondaria di 50 volt.

Il motore che aziona il compressore d'aria è in tutto simile a quello principale, e cioè un piccolo motore monofase in serie compensato (fig. 31).

Gli avvolgimenti dello statore di cadun paio di motori sono disposti costantemente in parallelo, ciò che può solo farsi per la corrente alternata, e non sarebbe possibile colla corrente continua; infatti colla prima vi è un compenso automatico fra le correnti che producono sempre il medesimo campo.

Circa alle qualità caratteristiche dei motori alle varie velocità, esse risultano dai tre diagrammi già riportati, a cui per confronto ho unito il diagramma di un motore a corrente continua Westinghouse di una potenza analoga.

La potenza data come normale per cadun motore è quella che il motore stesso può sviluppare per un'ora senza un'aumento di temperatura superiore a 75° C. negli avvolgimenti.

Coll'uso del regolatore a induzione non risulta più necessaria la inserzione delle due coppie di motori in serie e in parallelo, i due motori di una coppia essendo, come si è detto, continuamente in serie. Perciò si possono mantenere le due coppie costantemente in parallelo, e ciò si fa generalmente.

Digitized by Google

Si è già detto che tutto l'equipaggiamento elettrico monofase di una vettura-carrozza viene a pesare circa il 15 per cento di più del corrispondente equipaggiamento a corrente continua.

Tale maggior peso è all'incirca lo stesso, sia che si usi per la regolazione, le resistenze o il regolatore a induzione.

Impianti fatti. — La Compagnia Westinghouse possiede a East Pittsburg, un sobborgo della città, un impianto ferroviario proprio

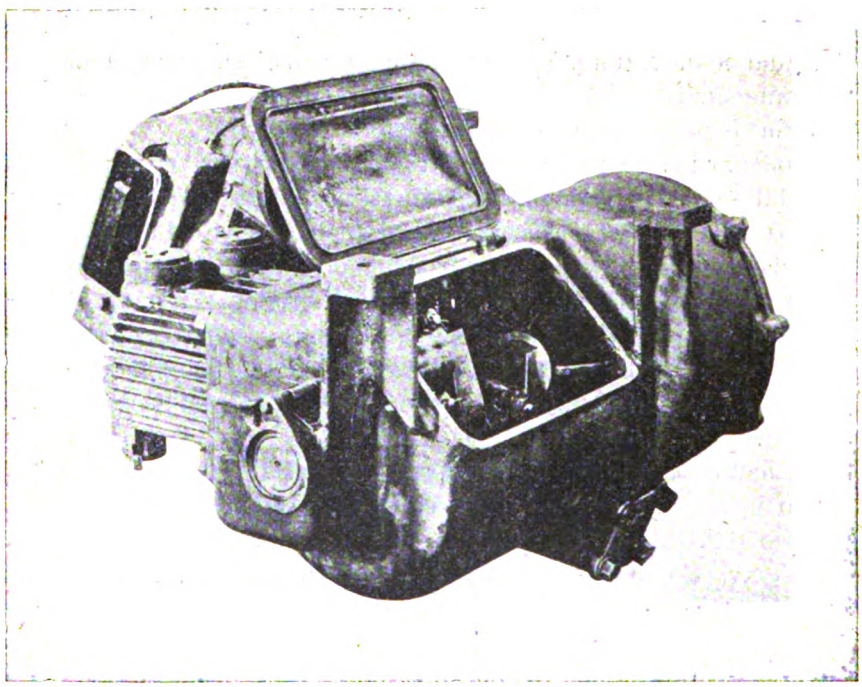


Fig 31.

che riunisce l'officina elettrica colla fabbrica di freni. Su un tratto di 3 o 4 chilometri di questa linea venne distesa la rete a corrente alternata, e vi si eseguiscono delle corse colle vetture descritte (fig. 32). Tale corse a cui assistei mostrano chiaramente il funzionamento ottimo dei motori e di tutto l'equipaggiamento.

La Compagnia Westinghouse aveva in magazzino all'epoca della mia visita (settembre 1904) tutto il materiale che le era stato commissionato per la linea Baltimora-Minneapolis, ma che per questioni bancarie non era stato ritirato, non essendosi costruita più la linea.

Inoltre ferveva il lavoro per la costruzione del materiale occorrente a otto impianti di ferrovie monofasi, mentre si attendevano

Digitized by Google

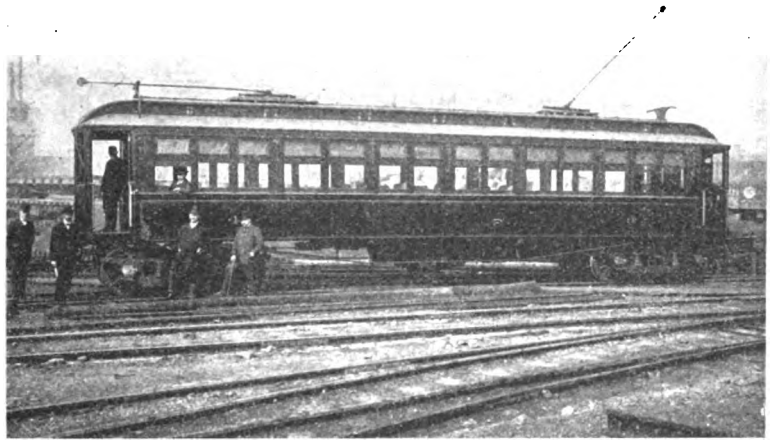


Fig. 32.

continuamente nuovi ordini. Ciò dimostra che la Ditta si trova in condizioni tali da potere commercialmente usare i nuovi motori.

CONCLUSIONE.

Dalla descrizione che ho fatto si può concludere che le due Ditte concorrenti americane si sono perfettamente poste in grado d'iniziare un lavoro commerciale coi loro motori monofasi, e ciò colla certezza che nè il motore in sè stesso, nè i suoi sistemi di regolazione daranno luogo a disillusioni.

È quindi a prevedersi un discreto sviluppo nell'applicazione di tali motori, la cui adozione deve necessariamente dar luogo a una rilevante economia d'impianto.

Converrà però che nell'adozione della corrente monofase non si dimentichi la necessità di disporre gli orari dei treni in modo che la centrale non abbia sovraccarichi eccessivi, poichè non vi si potrebbe, come negli impianti a corrente continua, farvi fronte con l'uso di batterie di repulsione.

Digitized by Google

N. 9.

IL MOTORE MONOFASE NEGLI STATI UNITI D'AMERICA

COMUNICAZIONE

tenuta dal socio **Ing. ELVIO SOLERI** *alla Sezione di Torino nella Seduta del 10 febbraio 1905.*

Al mio ritorno da un viaggio fatto negli Stati Uniti d'America per perfezionarmi in alcuni rami speciali dell'elettromeccanica venivo invitato dalla Presidenza della Sezione di Torino a comunicare ai colleghi alcune delle mie impressioni sulle più recenti manifestazioni delle industrie elettriche americane.

Obbedendo al gradito dovere, ho scelto di comunicare ai colleghi il materiale raccolto su quell'argomento che, della massima attualità nei due continenti, ha avuto nel 1904 un vero periodo storico negli Stati Uniti: *il motore monofase.*

In quest'anno si sono aperte al pubblico le prime linee a trazione monofase, dopo alcuni mesi di prova sulle linee sperimentali delle grandi Compagnie; la discussione che ne è seguìta nel nuovo continente è stata vivissima, ed ha avuto una larga eco al Congresso internazionale di elettrotecnica in Saint-Louis, rendendo così facile il còmpito di raccogliere il materiale che mi onoro di presentare ai colleghi trattando del motore monofase e avendo speciale riguardo alle sue applicazioni alla trazione elettrica.

***

Il motore monofase, considerato in generale come quel motore che è adatto a funzionare in un circuito a corrente alternata monofase, può essere di varia natura.

Motore sincrono. — Anzitutto il motore può essere sincrono, cioè può essere formato da un ordinario alternatore monofase che funzioni da motore in sincronismo col generatore monofase, quando si ecciti il campo magnetico induttore con una sorgente esterna a corrente continua.

È noto come tale motore non possa sviluppare una coppia di avviamento, e debba essere portato al sincronismo mediante mezzi meccanici. Il motore è di per sè a velocità costante, sì che la sua applicazione alla trazione non è possibile coi sistemi ordinari.

Digitized by Google

È da ricordare come il Ward-Leonard abbia studiato un sistema di trazione monofase per cui un motore sincrono portato dall'automotrice e connesso alle linee di alimentazione con trolley comanda una dinamo generatrice di corrente continua, che alimenta i motori in serie ordinari per la trazione. Per quanto la grande economia di impianto e di esercizio introdotta dal sistema di distribuzione a corrente alternata ad alta tensione possa rendere conveniente un simile sistema, pure non mi consta che esso abbia avuto alcuna pratica applicazione negli Stati Uniti.

Motore ad induzione. — Il motore ad induzione, asincrono, poichè deve la sua coppia all'azione di due flussi magnetici in quadratura, in tempo e posizione, può funzionare mediante corrente monofase tutte le volte che, essendo in condizioni di velocità prossime al sincronismo, i due flussi prodotti dal circuito primario e dalle correnti indotte nell'armatura sono per il movimento della stessa spostate di 90°.

Nella posizione di riposo viene a mancare il campo magnetico rotante prodotto dalla composizione dei due flussi, ed il rotore non può sviluppare alcuna coppia. Il motore non è autoavviatore, per quanto a sincronismo si comporti come un motore polifase.

Il suo funzionamento è conveniente solo a velocità costante, come degli ordinari motori ad induzione.

È noto come già Galileo Ferraris insegnasse con le sue prime esperienze come mediante una corrente monofase fosse facile ottenere l'avviamento del motore, provocando con induttanze o capacità uno spostamento di fase in un circuito derivato dal circuito monofase. Dispositivi di questa natura, più o meno perfetti, da molti anni sono adottati da costruttori americani, e per la loro poca importanza e novità non mi trattengo su di essi.

Altri dispositivi speciali applicati al motore monofase ad induzione per produrne l'avviamento e renderne possibili le applicazioni al comando delle macchine operatrici ed alla trazione sono in uso con successo agli Stati Uniti o stanno per applicarsi.

Alcuni di questi dispositivi hanno condotto al motore a repulsione, che appartiene alla classe dei motori monofasi a commutatore.

Motore a repulsione. — Il motore a repulsione dello Steinmetz Schueler, pure essendo un motore ad induzione, poichè la corrente principale è condotta nel solo induttore e la coppia è provocata dall'azione mutua repellente, fra la corrente indotta ed il magnetismo inducente, è munito di un commutatore, ai cui segmenti

Digitized by Google

vengono a finire gli elementi dell'avvolgimento dell'armatura, sì che le spazzole appoggiate sul commutatore in ben determinata posizione mettono in corto circuito l'armatura secondo quella direzione in cui la corrente indotta può, generando un campo magnetico spostato rispetto a quello d'eccitazione, provocare una coppia rotante nel senso desiderato e tale da produrre un momento di repulsione sufficiente per l'avviamento (fig. 1).

Il motore a repulsione è quindi formato da un ordinario statore di un motore ad induzione, entro cui rota un'armatura simile a quella di una macchina a corrente continua, munita di commutatore, su cui si appoggiano spazzole riunite da un corto circuito e da una resistenza di determinato valore.

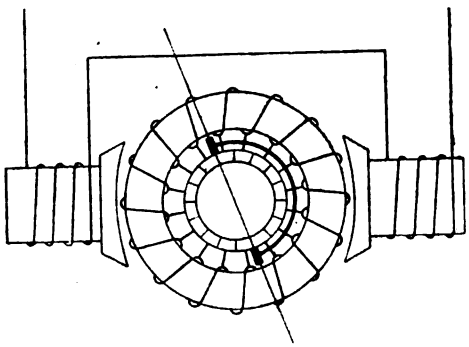


Fig. 1. — Motore a repulsione Steinmetz-Schueler.

Allo scopo di diminuire il scintillamento al commutatore nelle condizioni di velocità lontane dal sincronismo, e rialzare il fattore di potenza, altri alimenta l'armatura con un secondo sistema di spazzole a 90° mediante corrente ricavata da un trasformatore in serie sul circuito di alimentazione.

Motore Wagner. — Poichè il motore a repulsione, pure prestandosi per la sua coppia d'avviamento a formare un motore pratico monofase, ha il suo funzionamento subordinato all'uso di un commutatore soggetto ad un scintillìo non interamente eliminabile mediante gli espedienti conosciuti; alcuni costruttori americani credettero opportuno d'introdurre il motore monofase ad induzione nel campo pratico con l'adottare per l'avviamento le proprietà di spuntamento del motore monofase a repulsione, che venivano riprodotte nel motore normale ad induzione mediante speciali dispositivi meccanici ed elettrici.

In quest'ordine d'idee la « Wagner Electric Manifacturing & Co di St.-Louis ha iniziato da alcuni anni la costruzione di un motore monofase ad induzione secondo il brevetto E. Arnold, che contempla appunto il principio ed i dispositivi per cui un ordinario motore monofase ad induzione funziona quale motore monofase a repulsione all'avviamento per essere in condizione di sviluppare una coppia sufficiente allo spuntamento sotto carico.

Digitized by Google

Poichè il motore a repulsione ricorre per il suo funzionamento ad un commutatore, mentre il motore monofase ad induzione, una volta portato a velocità di sincronismo, è in condizione di operare come un ordinario motore ad induzione polifase, senza bisogno di alcun commutatore, il problema meccanico ed elettrico da risolvere consisteva essenzialmente nel formare un rotore che all'avviamento avesse gli elementi del suo avvolgimento, connessi ai segmenti di un commutatore e soggetti alla commutazione, e tale che a velocità di sincronismo fosse in grado di porre in corto circuito questo commutatore, trasformandosi in un ordinario rotore a gabbia di scoiattolo o ad avvolgimento a più fasi interamente separato dalla linea di alimentazione.

Il motore della « Wagner » (fig. 2) nella costruzione dello statore non differisce essenzialmente da un motore ordinario ad induzione, con avvolgimento a matasse concentriche, in modo da creare poli magnetici ben definiti.

L'armatura rotante è analoga a quella di una macchina a corrente continua, con un avvolgimento progressivo connesso ad un commutatore a lamelle isolate, su cui si appoggiano due spazzole chiuse attraverso una resistenza.

Per il principio del funzionamento del motore a repulsione la corrente indotta circola nell'armatura, e per la posizione delle spazzole, spostate angolarmente rispetto all'asse polare, dà luogo ad un flusso che provoca una repulsione tra l'armatura ed i poli che nel motore ad induzione non poteva mettersi in evidenza, essendo la risultante di due azioni repellenti uguali e contrarie.

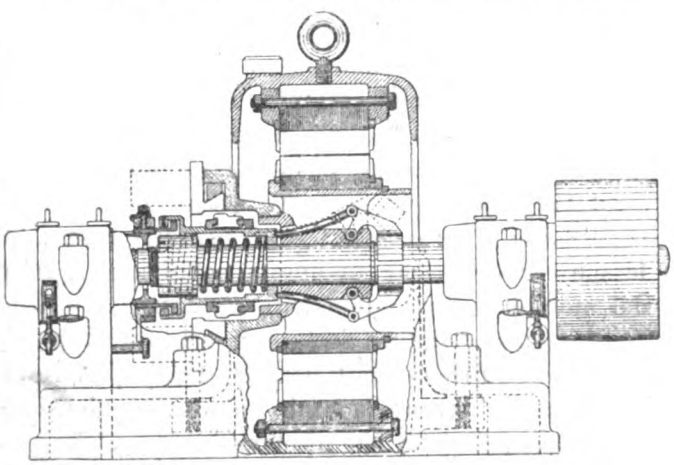


Fig. 2. — Il motore della Wagner Electric C.

Il motore in questa posizione si avvia e continua nel suo movimento fino a raggiungere la velocità di sincronismo; in questo punto, in cui può cominciare a funzionare come motore ad indu-

Digitized by Google

zione, un dispositivo automatico a forza centrifuga, coassiale all'asse del motore, è in grado di mettere il commutatore in corto circuito e di staccare le spazzole oramai diventate inutili.

Il commutatore è radiale allo scopo di permettere un facile allontanamento delle spazzole dai segmenti, mentre l'anello di corto circuito, formato da settori corrispondenti ai segmenti individuali del commutatore, chiusi in corto circuito da una bandella di rame, viene ad aderire contro la superficie cilindrica interna del commutatore coassiale alla macchina.

Quando la velocità di sincronismo è raggiunta, le ganascie che in posizione di riposo afferrano l'albero tendono a raggiungere per la forza centrifuga la periferia, e mediante un sistema di leve articolato spingono il dispositivo di corto circuito, a cui reagisce una molla, contro la superficie interna del commutatore; questo movimento di traslazione agisce pure sulle spazzole che si staccano dal commutatore.

In queste condizioni ogni elemento del rotore è chiuso in corto circuito, ed il motore continua a funzionare a velocità pressochè di sincronismo, come un ordinario motore ad induzione.

Le spazzole sono riunite in corto circuito per motori di piccola potenza, ovvero attraverso resistenze formate da reostati ordinari per potenze superiori ai 5 cavalli.

Funzionamento. — Il motore della « Wagner », considerato come motore ad induzione, è essenzialmente nel suo funzionamento un motore a velocità costante, adatto a tutti quegli usi cui è destinato il motore polifase ad induzione: comando di macchine operatrici, pompe, macchine a stampa e filare, ventilatori.

All'atto dell'avviamento il motore è in grado di sviluppare una coppia due volte e mezzo superiore alla coppia di pieno carico, e le sue caratteristiche in questa condizione corrispondono a quelle del motore in serie a corrente continua.

Il motore potrebbe portarsi a velocità di sincronismo sotto pieno carico con un richiamo di corrente non superiore al 25 per cento dell'intensità di corrente normale, valore che può essere ridotto mediante un reostato inserito sul primario.

La coppia di avviamento è regolabile spostando l'inclinazione dell'asse delle spazzole sull'asse polare.

Tutte le volte che un sopraccarico gravasse sul motore, questo, come succede dei motori ad induzione, ha la tendenza di diminuire la propria velocità, per cui il dispositivo automatico, aprendo l'armatura e portando le spazzole a contatto del commutatore, provvede

Digitized by Google

a che il motore, funzionando come motore a repulsione, possa sviluppare una maggior coppia per riportarsi alla velocità di sincronismo.

La sua relativa facilità di avviamento ha fatto applicare il motore per il comando di compressori e pompe, che debbono provvedere a mantenere una determinata pressione in serbatoi, funzionando intermittentemente, tutte le volte che la pressione discende al disotto del limite voluto.

Questo motore, costrutto fino alla potenza di 30 cavalli e funzionante alla tensione di 104 e 208 volts, per adattarsi ai circuiti normali d'illuminazione, ed a frequenze di 60 o 133 cicli, è stato considerato nella nostra Rassegna sul motore monofase negli Stati Uniti, soprattutto perchè esso è relativamente diffuso sulle reti americane a corrente alternata monofase e polifase, e perchè rappresenta un tipo di motore monofase ad induzione, che ha dato ottimi risultati, e che attualmente, per gli scopi cui è adibito, non è ancora stato sostituito.

Allo stato attuale della tecnica del motore monofase, che ci può fornire un motore in serie a commutatore, funzionante essenzialmente come un motore a corrente continua in serie a velocità variabile, le funzioni di questo motore sarebbero limitate a quelle applicazioni che richiedono un motore a velocità costante, a funzionamento intermittente, e di piccola capacità; nelle quali condizioni il motore monofase ad induzione ha alcuni vantaggi sul motore polifase ad induzione.

Il motore monofase ad induzione è di grande utilità per far servire i circuiti monofasi d'illuminazione a piccoli motori destinati alla piccola industria, come per funzionare là dove il sistema trifase è stato scomposto in sistemi monofasi per la distribuzione suddivisa, mentre il carico dovuto a questi motori è talmente trascurabile, per la loro minima potenza, rispetto al carico totale di motori trifasi, che raramente quest'applicazione può condurre a squilibrî nel sistema.

Le condizioni di avviamento di questo motore sono migliori di quelle del motore polifase di potenza corrispondente, sia per il minor richiamo di corrente, come per il suo automaticismo, e nelle applicazioni a macchine operatrici per la filatura e tessitura, dove gli arresti sono frequenti e gli avviamenti debbono essere graduali, questo motore può rendere dei servizi conducendo pure ad installazioni di linea più semplici e meno costose.

Statistiche delle centrali di Chicago e di Cincinnati, dimostrerebbero che la introduzione del motore monofase sulle reti polifasi

Digitized by Google

ha aumentato di molto le applicazioni della corrente elettrica a scopo di forza motrice.

Il motore monofase applicato alla trazione elettrica. — Il motore monofase è considerato il motore dell'avvenire per la trazione elettrica, poichè può condurre alla soluzione del problema dell'applicazione della corrente alternata alla trazione elettrica, che potrà con probabilità di successo estendere la corrente elettrica ai servizi di trazione interurbana, ed elettrificare le ferrovie.

La corrente alternata in quanto che per le sue proprietà può essere distribuita ad un potenziale elevato ed utilizzata a quel potenziale che è più adatto per l'applicazione cui è destinata, si presta in modo singolare per la trazione elettrica, che per la sua natura conduce ad alimentare dei motori funzionanti in punti spesso molto lontani dalla centrale generatrice.

Ma poichè la corrente alternata non poteva fino a pochi anni raggiungere il motore, mancando alla tecnica un motore a corrente alternata che si adattasse alle esigenze della trazione elettrica, che richiede a velocità variabile, coppie motrici variabili, e buone condizïoni di rendimento per ogni velocità, è noto, e le ferrovie varesine ne danno un esempio, che si tentò di risolvere parzialmente il problema, usando per la distribuzione la corrente alternata ad alta tensione, che in sottostazioni distribuite lungo la linea veniva convertita mediante convertitori rotanti o gruppi motori generatori, in corrente continua a basso potenziale, per alimentare i fili di trolley e quindi le automotrici, munite di motori ordinari in serie.

Si raggiungevano così parzialmente i vantaggi di un sistema a corrente alternata, con grande spesa d'impianto ed esercizio nelle sottostazioni.

Un motore che avesse potuto funzionare a corrente alternata, avrebbe eliminate queste sottostazioni, tutt'al più lasciandole come sottostazioni di trasformazioni, assai meno costose, e più semplici ed economiche nel loro esercizio; avrebbe concesso di alimentare i trolley con corrente di minima intensità, perchè a potenziale assai più elevato che non col sistema a corrente continua, in cui questo è limitato dal funzionamento dei motori.

Il poter aver sulla automotrice dei trasformatori riduttori che ricevendo dal primario la corrente ad alta tensione, la fornissero al motore alla tensione conveniente, avrebbe facilitato grandemente il problema della presa della corrente per grandi potenze ed a grandi velocità, ed avrebbe condotto ad una distribuzione di maggior rendimento e più economica, poichè i trolley aerei possono funzionare

Digitized by Google

egregiamente fino a 3000 volts, mentre nel sistema a corrente continua questa tensione è limitata dai motori ad un massimo di 600 volts.

La corrente alternata dall'albero del generatore all'albero del motore, ha preziose qualità, quali la flessibilità di funzionamento dei trasformatori, la loro autoregolabilità, la facilità di stabilire senza perdite ohmiche variazioni di potenziale necessarie per il funzionamento dei motori.

Il fenomeno della elettrolisi, che è assai sensibile negl'impianti di trazione a corrente continua per il ritorno della corrente per le rotaie, sarebbe eliminato dall'uso della corrente alternata. A questa perdita la corrente alternata sostituisce bensì quella dovuta all'isteresi e correnti parassite nel ferro delle rotaie, assai minore per le minime intensità di corrente circolante.

Questi vantaggi sensibili per ferrovie elettriche di grandi lunghezze ad unità di grande potenza, sono così importanti che le ferrovie valtellinesi da alcuni anni ci offrono un esempio di ferrovia elettrica completamente alimentata a corrente alternata, con fili di trolley ad alto potenziale; ma per quanto questi ed altri impianti costruiti dalla Ganz abbiano dimostrato come mediante speciali artificî il motore ad induzione trifase possa prestarsi in modo discreto ai servizi di trazione elettrica, pure i loro risultati non sono stati tali da estendere l'uso di questo sistema, che non potè lottare contro il sistema misto a corrente continua ed alternata, e che non convinse i colleghi di oltre Oceano, che già mostrano poca simpatia pel motore ad induzione polifase.

Il sistema monofase si presta meglio per la trazione elettrica, sia perchè richiede un solo trolley per la presa della corrente, ed un solo filo teso sulla linea, come per la minore spesa d'impianto delle stazioni di trasformazione, mentre il fatto che i generatori e la distribuziene monofase sono più costosi che non i corrispondenti trifasi non influisce, perchè si può passare dal sistema trifase al monofase, in corrispondenza delle sottostazioni di trasformazione.

Gli esperimenti di applicazione della corrente alternata alla trazione elettrica vennero fatti negli Stati Uniti con corrente alternata monofase e con motori monofasi.

Il motore ad induzione monofase, per quanto in peggiori condizioni di funzionamento dei colleghi polifasi, venne applicato recentemente dall'Arnold ad un impianto di trazione che fa ora le sue prime prove usando un sistema misto meccanico ed elettrico, che per la sua ingegnosità più che per la sua praticità può interessare.

Digitized by Google

Il sistema dell'Arnold. — Bjon's Arnold, che in quest'ultimo decennio aveva applicato la sua attività ai problemi della trazione elettrica, incaricato nel 1896 dello studio di una ferrovia elettrica nella regione dei laghi del Wisconsin, pensando ai vantaggi dell'applicazione della corrente alternata alla trazione, progettava un sistema di distribuzione a corrente alternata trifase ad alta tensione (5000 volts), ricorrendo ai convertitori rotanti per alimentare la linea in più punti con corrente continua, in condizioni normali. Il convertitore rotante faceva allora le sue prime prove e dava luogo alla prima applicazione della corrente alternata alla trazione, realizzando in parte i suoi vantaggi in questo servizio.

Il sistema applicato per la prima volta su queste linee dava pessimi risultati finanziari.

Seguiva un impianto di trazione col sistema di convertitori rotanti sulle linee della Chicago & Milwaakee Electric Railway C°, che deciso nel marzo 1899, nel giugno dello stesso anno era in grado di funzionare.

Una stazione centrale era collocata in corrispondenza della mezzeria dell'unica linea esercita, della lunghezza di circa 40 km. ed alimentava a 5500 volts due sottostazioni distanti 13 km. ciascuna dalla stazione centrale, munite di convertitori rotanti e batterie di accumulatori di repulsione.

Questo impianto di trazione che si serviva fin dove era possibile della corrente alternata, costrutto quando i convertitori rotanti erano già diventate macchine tipo di buone condizioni di regolazione e rendimento, ebbe un grande successo, ed iniziò la serie di quelle grandi installazioni che si sono diffuse su molte reti tramviarie elettriche, ed ancor ora si presentano come competitrici contro i sistemi di trazione che si propongono di servirsi completamente della corrente alternata.

L'Arnold stesso nel 1899 pensò alla possibile applicazione della corrente alternata ai motori per trazione, e riconoscendo gl'inconvenienti che il sistema trifase recava con sè, da rendere quasi proibitiva la sua applicazione a motori per trazione, per quanto le recenti installazioni della Ganz, in Italia ed altrove, abbiano in parte smentito questi timori, pensò di ricorrere al sistema monofase, che anzitutto si presentava più semplice nelle costruzioni della linea e del sistema di presa di corrente.

L'Arnold si preoccupò non solo della costruzione di un motore monofase, che si adattasse al servizio di trazione, ma cercò di formare un sistema di apparecchi che recassero alla trazione elettrica

Digitized by Google

a corrente alternata, le preziose qualità della corrente continua per uniformare i carichi, in quanto che permette l'uso delle batterie di accumulatori.

Il suo sistema avrebbe dovuto fornire un motore monofase ad avviamento facile ed un mezzo di regolarne la velocità, mantenendo nella centrale un carico costante, con minore potenzialità del macchinario e sua migliore regolazione.

Il motore monofase scelto fu quello ad induzione, posto in condizioni di funzionamento a carico e velocità costanti, quindi in condizioni di massimo rendimento, con un sistema tale da provvedere agli arresti ed agli avviamenti, come alle regolazioni di velocità, mediante l'accoppiamento del motore elettrico ad una macchina ad aria compressa, che ha l'ufficio di accumulare la energia cinetica durante gli arresti ed i periodi di minore lavoro, per restituirla durante gli avviamenti ed i periodi di maggior lavoro.

Il motore monofase ad induzione, a statore e rotore mobili, ha lo statore formato da una carcassa in ghisa e nucleo laminato, con avvolgimento ordinario a sbarre uniformemente distribuite, rotante attorno allo stesso albero del rotore mobile nel suo interno.

I due organi mobili sono montati su un telaio che forma la carcassa di un compressore ad aria, e possono con due manovelle e bielle comandare due stantuffi oscillanti nei due cilindri del compressore.

Com'è indicato nello schema (fig. 3) rappresentante una sezione trasversale del motore e del compressore, il rotore è collegato con trasmissione ad ingranaggio all'asse della locomotiva, e ne costituisce l'organo traente, mentre mediante perno e biella comanda lo stantuffo d'un cilindro. Lo statore è libero di rotare attorno al rotore e pone in azione colla biella lo stantuffo del cilindro corrispondente. Questi cilindri sono muniti di valvole d'introduzione e scarica, comandate elettricamente dal controller di manovra, collocato nella piattaforma della locomotiva, od automaticamente.

La regolazione di queste valvole è quella che permette di stabilire le diverse velocità dell'automotrice, regolando le velocità del rotore e dello statore, che conservano una velocità relativa costante dipendente dalla frequenza della corrente alternata di alimentazione.

Nella posizione di fermata il rotore è immobile, mentre lo statore gira con velocità di sincronismo, consumando l'energia assorbita dalla linea, corrispondente alla potenza del motore, nel comprimere nel cilindro l'aria che va ad accumularsi in serbatoi.

Digitized by Google

Durante l'arresto si sono chiuse le valvole di scarico del cilindro del rotore, e la pressione nel suo interno è aumentata; finchè ha uguagliato la coppia del motore e lo stantuffo si è arrestato colla vettura.

Durante questo rallentamento, per la tendenza del motore di mantenere la velocità relativa del rotore rispetto allo statore costante,

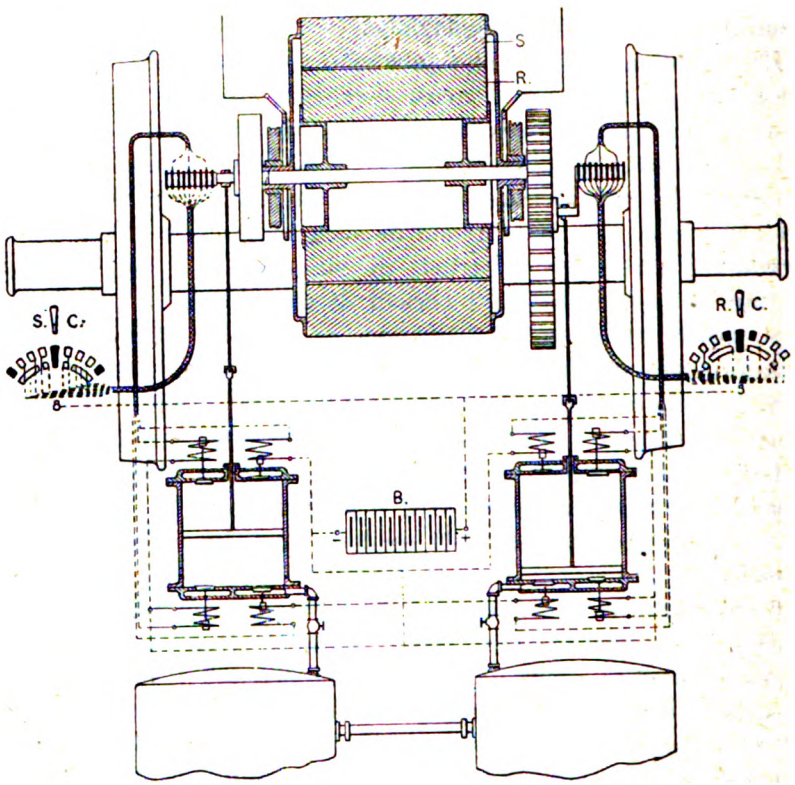


Fig. 3. — Il gruppo motore compressore Arnold.

questo ha accelerato, girando in senso contrario a quello del rotore, finchè ha raggiunto la velocità di sincronismo, ed il rotore si è arrestato.

All'avviamento per produrre una coppia motrice sufficiente per lo spuntamento, si aprono le valvole d'introduzione del cilindro del rotore e vi s'immette l'aria compressa dal serbatoio o dal cilindro dello statore. Il rotore, per gli effetti combinati della coppia elettrica e di quella dovuta al compressore che ora funziona da motore, si avvia ed accelera il suo movimento, fino alla velocità di sincronismo, mentre lo statore rallenta e si arresta.

Digitized by Google

Durante questo periodo di accelerazione, l'aria che viene compressa dal cilindro dello statore è immessa direttamente nel cilindro del rotore per aumentare il rendimento del sistema, utilizzando il potere di espansione dell'aria, che si è scaldata durante la compressione. Una valvola automatica mantiene il carico costante sul motore elettrico.

Nel caso però che l'accelerazione sia maggiore di quella che il motore elettrico può imprimere al carro, l'energia addizionale è fornita al cilindro del rotore dai serbatoi, che hanno pure l'ufficio di provvedere alle inevitabili perdite nella trasformazione dell'energia elettrica in energia meccanica.

Tosto raggiunta la velocità di sincronismo, le valvole di scarico del cilindro del rotore si mantengono aperte, e lo stantuffo relativo si muove a vuoto senza incontrare resistenza, mentre il motore fornisce all'asse della locomotiva tutta la sua potenza.

Durante questo periodo di accelerazione, il motore nel suo complesso ha assorbito dalla linea un'energia costante uguale a quella normale, e che si può mantenere tale durante il periodo di corsa, pure variando il carico, facendo funzionare lo stantuffo del cilindro dello statore da compressore o da motrice, in modo da equilibrare quella parte di carico che si deve aggiungere o sottrarre per mantenere la potenza del motore costante.

Immettendo l'aria compressa del cilindro del rotore nel cilindro dello statore, questo viene trascinato in rotazione nello stesso senso del rotore, mentre per le relazioni di sincronismo che debbono sussistere fra i due mobili, il carro accelera la sua marcia.

Quando la vettura incontra una resistenza che richiede a velocità costante una potenza minore di quella del motore, il rotore tende ad accelerare e lo statore mobile trascinato nella rotazione nella stessa direzione del rotore, funziona col suo cilindro come un compressore, ed accumula l'aria compressa sui serbatoi, mantenendo la velocità costante.

Quando invece la vettura, in un'ascesa o per un motivo qualunque, incontra una resistenza corrispondente ad una potenza maggiore di quella del motore, il rotore ha tendenza a rallentare e lo statore per mantenere il sincronismo si pone in rotazione in senso contrario, con funzionamento analogo a quello del periodo di avviamento, conducendo ad una minore velocità, che permette colla stessa potenza assorbita dalla linea, di superare una maggiore resistenza.

Qualora si volesse fare un lavoro maggiore, cioè mantenere la velocità di sincronismo con una resistenza maggiore della normale, questo sarebbe anche possibile per breve tempo coll'aiuto dei serbatoi.

Digitized by Google

All'atto dell'arresto invece di applicare freni a frizione per disperdere sotto forma di calore l'energia cinetica che si è accumulata nel treno, questa viene utilizzata per comprimere l'aria nei serbatoi. Mediante la regolazione dell'ampiezza della luce delle valvole è possibile di graduare il rallentamento in modo da ottenere l'arresto in un tempo ben determinato, e con mezzi automatici che impediscano lo slittamento delle ruote.

Il seguente diagramma (fig. 4) può dare un'idea chiara della mutua relazione tra gli elementi di velocità e di potenza di questo congegno. Le ascisse sono proporzionali alle velocità della automotrice riferite alla velocità di sincronismo, e le ordinate le velocità del motore e dello statore: *OC* rappresenta la velocità del rotore; *AD* la velocità dello statore, le due rette sono parallele, essendo la velocità relativa sempre uguale a quella di sincronismo. Nel punto *O*, corrispondente alla posizione di riposo del veicolo, il rotore è immobile, mentre lo statore è a sincronismo, in senso contrario al senso di rotazione del rotore. Se *OA* rappresenta la coppia dello statore, *OB* rappresenta la coppia di reazione che sollecita per mezzo del rotore l'asse della vettura, che ha la tendenza di accelerare sotto l'azione di tale coppia, che agisce fino al punto *D*, corrispondente alla velocità di sincronismo. Quando il rotore accelera oltre questo punto, lo statore ha la tendenza di seguirlo nella rotazione sul tratto *DS*.

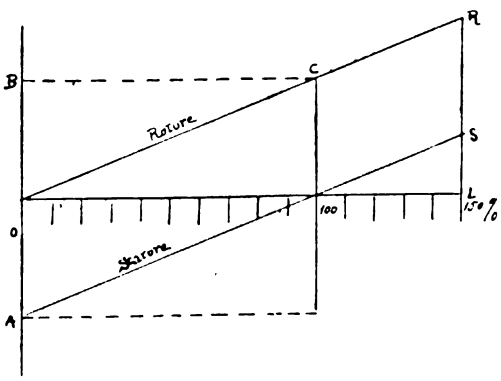


Fig. 4.

L'energia totale fornita al motore dalla linea può essere rappresentata dalle ordinate comprese fra le linee parallele *OCR-ADS*, che c'indicano un valore costante di quest'energia.

La parte di ordinate compresa tra *OD* e *OC* rappresenta la potenza applicata direttamente per mezzo dell'ingranaggio alla propulsione del veicolo, mentre i segmenti compresi fra *OD* e *AD* rappresentano l'energia spesa nel comprimere l'aria che va ad agire sullo stantuffo del rotore per accelerare la marcia.

La parte compresa tra *D* e *L* rappresenta, colle ordinate comprese tra *DL* e *DS*, la potenza che deve essere fornita dai serbatoi per mantenere una velocità superiore al sincronismo.

Digitized by Google

Lo studio intimo dei congegni di regolazione ed automatici delle valvole, come dei particolari di costruzione di questi gruppi motori compressori, sarebbe di molto interesse per riconoscere come un problema così ingegnoso dell'elettromeccanica sia stato risolto, ma certo uscirebbe dai limiti che sono imposti a questa lettura.

L'Arnold patentò il suo sistema, e nel 1900 s'impegnò di realizzarlo sulla linea della Lansing St-Johns e St-Louis Raylways.

Al 15 dicembre 1902 la linea era elettricamente equipaggiata per la lunghezza di 20 miglia e gli esperimenti col sistema elettropneumatico cominciarono nel marzo 1903, con una locomotiva embrionale su cui erano collocati il motore, i trasformatori, i serbatoi e gli apparecchi di controllo. Le prove dimostrarono che il sistema poteva funzionare, ma doveva subire molti perfezionamenti.

Nel dicembre dello stesso anno era preparata una automotrice a due motori, ma pochi giorni prima delle prove, la rimessa in cui era alloggiata s'incendiò, distruggendo quella locomotiva che avrebbe dovuto risolvere il problema della trazione monofase col motore ad induzione.

Una nuova automotrice, battezzata Phoenix, sorse dalle ceneri della precedente, ed il 3 agosto di quest'anno fece la sua prima corsa tra Lansing e Dewitt percorrendo 8 miglia.

Questa, come le precedenti, portava due gruppi motori compressori, 4 trasformatori che ricevevano sui loro primarî la corrente a 6000 volts della linea, mentre i secondarî erano connessi con spazzole agli anelli collettori dello statore, alimentato a 250 volts, 2 capaci serbatoi di aria collocati longitudinalmente coi loro assi paralleli all'asse generale della locomotiva. Un gruppo motore generatore e batterie d'accumulatori comandano con corrente continua, in modo indipendente, le valvole dei compressori.

Questo sistema che rappresenta una geniale soluzione del problema di applicare il motore ad induzione alla trazione, utilizzando le sue preziose qualità di semplicità e robustezza di costruzione, di assenza di spazzole e commutatore, e di possibilità di alimentazione ad alto potenziale, pure accoppiandole alle qualità del motore a corrente continua in serie, che può colla variazione di velocità vincere resistenze variabili, pure assorbendo sempre la stessa energia; soluzione ottenuta poi nelle condizioni più precarie nel motore ad induzione, quali quelle del motore monofase, che può d'altra parte realizzare i vantaggi che nella trazione reca la distribuzione monofase, per una serie disgraziata di circostanze, comincia a funzionare quando nuovi motori stanno per portare alla trazione monofase soluzioni più semplici e di maggiore razionalità.

Digitized by Google

Il sistema dell'Arnold, reca con sè una serie di apparecchi meccanici e pneumatici di costruzione difficile e delicata, ricorre, per realizzare nel motore monofase il funzionamento di un motore in serie a corrente continua, a trasformazioni di energia elettrica in energia meccanica, che accumula poi sotto forma di energia potenziale con quello scarso rendimento che è relativo a tutte queste operazioni.

Il motore monofase in serie. — Questi ed altri artificî applicati al motore monofase ad induzione o repulsione, sia negli Stati Uniti che nel continente europeo, dimostrarono come tali motori non fossero in grado di funzionare con tutte quelle proprietà che rendono il motore in serie a corrente continua adatto per la trazione elettrica, che richiede una buona coppia di avviamento, variazioni di velocità col variare del carico e buoni rendimenti in condizioni diverse di velocità.

Poichè la direzione di rotazione del motore a corrente continua è indipendente dalla direzione della f. e. m. applicata, lo stesso motore in serie potrebbe alimentarsi a corrente alternata e fornire una coppia proporzionale al quadrato della corrente, perchè dovuta all'azione mutua del campo magnetico di eccitazione e di quello di armatura, ambi proporzionali alla intensità di corrente di linea, se i fenomeni propri alla corrente alternata non introducessero anomalie di funzionamento che resero, finchè il problema non venne ripreso e studiato con nuovi criteri, non pratico il motore monofase in serie.

È noto come il Finzi, l' Eickemeyer, il Latour, il Lamme e lo Steinmetz fecero studi in questo senso, e come per quanto pervenuti a conclusioni diverse abbiano ammesso e dimostrato la possibilità di costruire motori monofasi in serie, e come al dottor Finzi spetti il merito, che gli è ampiamente riconosciuto dai colleghi americani di avere iniziato esperienze di trazione elettrica mediante motori in serie alimentati a corrente alternata, di cui vi riferiva nella sua comunicazione 11 ottobre 1903.

Il motore in serie per adattarsi al funzionamento mediante corrente alternata in buone condizioni di commutazione e di rendimento, ha dovuto subire modificazioni nella sua costruzione.

I fenomeni che in un motore in serie a corrente alternata compaiono come i più importanti e ne sono caratteristici, sono quelli dovuti alla forza elettromotrice di autoinduzione nelle bobine magnetizzanti, quelli dovuti alla forza elettromotrice indotta nelle spirali dell'armatura in corrispondenza dei piani di commutazione, e la reazione di armatura.

Digitized by Google

Le bobine che avvolgono i poli, funzionano come bobine di reattanza nel circuito in cui sono inserite e provocano una f. e. m. di autoinduzione presso che a 90° colla f. e. m. di armatura, che ha l'effetto di aumentare il valore della f. e. m. applicata. Il valore di questa self-induzione può essere limitato, riducendo al minimo la frequenza della corrente di alimentazione, il numero delle spire di eccitazione, usando un grande numero di poli e funzionando ad alta velocità (Lamme), come saturando i nuclei polari in cui flussi di induzione hanno sede. Ogni spirale ancora delle bobine di eccitazione che per un corto circuito fosse chiuso in sè stessa, funzionerebbe da secondario in presenza di un primario, e sarebbe sede di una corrente tale da interrompere il circuito dopo bruciata la spira. Le bobine di eccitazione devono quindi essere protette con un isolamento superiore a quello usato per i motori a corrente continua.

Il secondo fenomeno che influisce essenzialmente sulla commutazione è dovuto alla f. e. m., che s'induce in quelle spire, che trovandosi nel piano neutrale, sono chiuse in corto circuito dalle spazzole, e si trovano in un campo magnetico alternato.

Questo secondario di trasformatore è sede di una grande intensità di corrente che turba la commutazione e produce perdite che sono dovute alla componente attiva del voltaggio impresso. Possono rimediare a questo inconveniente rendendo possibile la commutazione, la costruzione dell'avvolgimento dell'armatura a pochi elementi, con resistenze inserite in serie coi segmenti del commutatore, o flussi di compensazione provocati da avvolgimenti disposti a 90° colle bobine induttrici, ed una limitata lunghezza delle spazzole.

La limitazione della reazione di armatura si può ottenere col ben noto artificio della spaccatura dei poli, e loro saturazione, come con opportuna regolazione del traferro.

I circuiti magnetici debbono essere completamente laminati, per la presenza del flusso alternativo.

Con particolari di costruzione uniformati a questi criterî è stato possibile di alimentare il motore in serie mediante corrente alternata, con una sufficiente commutazione e buona scala di velocità e da due anni le Case costruttrici americane ne hanno tentata l'applicazione alla trazione elettrica su linee sperimentali.

Il motore in serie monofase per le sue perdite proprie, dovute alla isteresi e correnti parassite nel ferro, alla maggiore resistenza dell'armatura ed alle autoinduzioni dei circuiti di eccitazione e dell'armatura, ha un rendimento minore dello stesso motore alimentato a corrente continua. La curva di rendimento a voltaggio costante

Digitized by Google

del motore monofase ha press'a poco lo stesso andamento di quella del motore a corrente continua, bassa a piccolo carico ed alte velocità, risalente per velocità normali e di nuovo scendente per sopraccarichi.

Il peso del motore monofase in serie è per le necessità di costruzione maggiore di quello corrispondente al motore della stessa potenza a corrente continua.

Il suo voltaggio di alimentazione è ridotto dalla costruzione dell'armatura, che per buone condizioni di commutazione deve avere i circuiti connessi in parallelo ed il numero di spire comprese tra due segmenti del commutatore assai piccolo, ed è minore di quello con cui si può alimentare un buon motore in serie per trazione. Questa limitazione non costituisce un inconveniente per la corrente alternata, poichè le sue proprietà permettono di ricevere attraverso ad un trasformatore riduttore la corrente alternata ad alta tensione, e di alimentare il motore al potenziale più conveniente.

Il motore monofase in serie ha ancora la proprietà che non ricorre nel caso del motore a corrente continua, di provocare nel circuito di alimentazione un basso fattore di potenza, che è specialmente sensibile nelle condizioni di avviamento; molti espedienti cercano di opporsi a questo sfasamento della corrente rispetto alla f. e. m. e consistono essenzialmente in proporzioni speciali del motore, in alimentazione dell'armatura con correnti di compensazione o nell'inserzione di resistenze ohmiche nel circuito di alimentazione.

A migliorare sotto questi aspetti il motore monofase si tende attualmente dai costruttori americani ed europei, per renderne conveniente, senza discussione, l'applicazione alla trazione, come al comando delle macchine operatrici.

Il sistema della General Electric Company. — La General Electric Company, che per bocca dello Steinmetz aveva già condannato il motore in serie monofase, ritenendo la commutazione proibitiva per tale applicazione della corrente alternata, ha ripreso dopo i lavori del Finzi e dell'Eickemeyer, a considerare il motore in serie, come un possibile motore monofase, e quest'anno lo ha lanciato nel mercato con una prima linea elettrica equipaggiata col suo sistema.

I vantaggi principali dell'impiego della corrente alternata monofase alla trazione, che abbiamo accennati, sono relativi alle tramvie elettriche interurbane od alle ferrovie elettriche, là dove le condizioni di via permettono di alimentare la vettura coll'alta tensione, e dove è possibile tendere fili di trolley ad alta tensione, senza pericolo d'infortuni.

Digitized by Google

Queste condizioni non sono realizzabili nelle reti tramviarie urbane, e per quanto i vantaggi annessi ad un sistema monofase abbiano minore importanza nelle linee urbane di breve lunghezza e media velocità, pure nel caso di linee interurbane che passano nell'interno delle città per attraversarle o per penetrare nel cuore delle città terminali, inevitabilmente si trovano su linee urbane equipaggiamenti per trazione monofasi ad alta tensione.

E per quanto paia molto semplice e naturale l'alimentare in questi tratti direttamente il motore con corrente a bassa tensione, questa soluzione conduce a molte sottostazioni ed a linee speciali nell'interno della città, mentre spesso le automotrici pel servizio interurbano circolano sulle stesse linee del servizio urbano fatto a corrente continua, e che ragioni di opportunità consigliano di mantenere.

Un sistema che permetta alla stessa automotrice di funzionare nelle due condizioni di linea e di corrente, darebbe un grande sviluppo alle linee interurbane, che attendono dal motore monofase modo di diffondersi. Questo è stato il concetto direttivo degli studi della General, che crede di aver risolta la questione col suo motore monofase compensato, e con tutto il sistema che lo accompagna, e facente attualmente le sue prime prove nella Ballston Division della Schenectady Railway, che esercisce una rete di linee interurbane, di cui Albany Schenectady e Ballston formano i vertici di un triangolo.

La divisione Ballston-Schenectady ha la lunghezza di 25 chilometri, di cui circa 6 comprendenti binari del sistema a corrente continua nell'interno della città di Schenectady. La linea è nel tratto interurbano su proprietà privata, ed è a doppio binario, colla larghezza di m. 18; la massima pendenza è del 1.8 per cento; e per raggiungere le alte velocità ogni curva è inferiore a 4 $^1/_4$ gradi (fig. 5).

La sua costruzione è a pali centrali, che possono con due bracci in ferro sostenere i fili di trolley per la corrente continua a 600 volts, e con una traversa in legno sostenere i due fili di trolley a 2000 volts, per la corrente alternata, affine di separare i due sistemi di trolley e provvedere alla loro costruzione nel modo più conveniente alla loro natura.

I fili di trolley a corrente continua sono sospesi nel modo usuale, e sono distesi secondo l'asse del binario, mentre i fili di trolley a corrente alternata ad alta tensione sono sospesi mediante isolatori nel punto di mezzo della catenaria formata da altri conduttori sospesi con isolatori alle traverse di legno accennate.

Digitized by Google

Il sistema che è stato studiato per ricevere mediante trolley corrente ad alta tensione, ha una grande flessibilità, rende quasi orizzontale il filo di contatto nei punti di attacco, presenta una minore

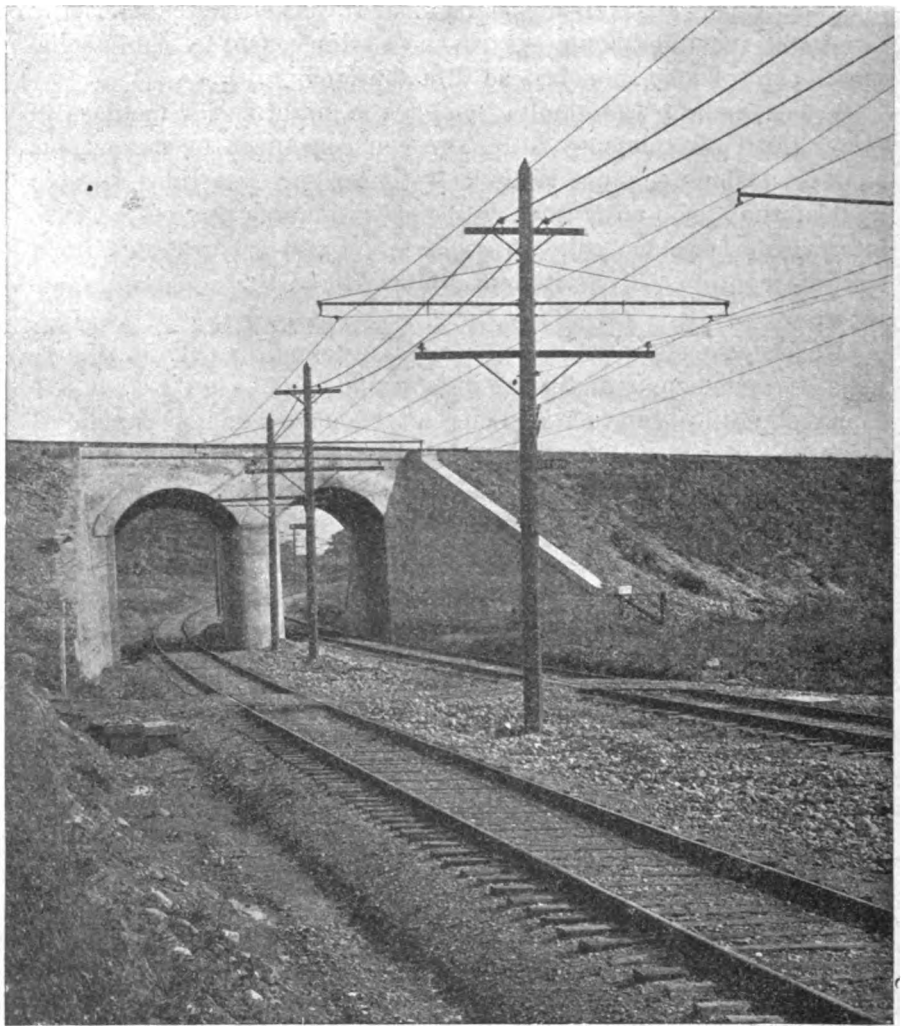


Fig. 5. — La linea aerea mista per corr. cont. e corr. alt. monofase General Electric Co.

discontinuità alla rotella del trolley, ed anzitutto migliora la condizione d'isolamento del filo di trolley ad alta tensione, inquantochè si trovano in serie due isolatori per proteggerlo.

Digitized by Google

Poichè per la corrente alternata nel conduttore di trolley e nella rotaia la caduta di tensione è maggiore, in causa della caduta induttiva, e si hanno perdite addizionali per le correnti parassite e la isteresi (si che su questa linea la resistenza apparente del trolley è circa 1.3 volte la pura resistenza ohmica, e quella delle rotaie 6.55 volte) il sistema a doppia catenaria sarebbe opportuno per mettere in parallelo due conduttori, con diminuzione di resistenza.

Il filo di trolley ad alta tensione è lateralmente spostato rispetto all'asse del binario, per permettere in queste linee interurbane a grande traffico l'esercizio del servizio passeggieri, mediante trazione elettrica e quello del servizio merci mediante locomotive a vapore. In queste condizioni, la collocazione laterale del filo di presa lo protegge dalle emanazioni caliginose della locomotiva, ed evita ogni infortunio proveniente da contatti con cabine di frenatori, permettendo di collocare detto filo più basso di quanto sarebbe consentito dalla sagoma ferroviaria. La distanza tra i due fili di trolley ad alta tensione è di m. 1.50.

Questa linea, che attualmente ha carattere del tutto esperimentale, è alimentata da una sottostazione dipendente dal sistema di distribuzione della Hudson River Power C°.

Poichè le centrali di questa Compagnia lavorano a 40 cicli e il sistema in considerazione, specialmente per le necessità del motore in serie, è destinato a funzionare a 25 cicli, si adattò provvisoriamente come variatore di frequenza un convertitore rotante rovesciato, che ricevendo la corrente continua, che è a sua volta ottenuta da convertitori rotanti, rende corrente alternata a 25 cicli e 2000 volts, tensione di distribuzione e di alimentazione dell'automotrice.

Questa, proveniente dalle officine della J. G. Brill C.°, è del tipo ormai generalizzato nelle ferrovie elettriche americane, a due carrelli a quattro ruote con due motori ciascuno.

I carrelli in acciaio fucinato scaricano sulle boccole degli assi il peso dell'automotrice mediante sbarre equilibratrici, che possono, con un secondo sistema di molle, ammortizzare le vibrazioni senza riportarle sulle boccole.

I motori, della potenza di 50 cavalli ciascuno, sono connessi mediante ingranaggi riduttori di velocità agli assi delle ruote.

Questi motori, del tipo General Electric C.° compensato (fig. 6), nella loro costruzione generale sono formati da uno statore laminato con un avvolgimento uniformemente distribuito, simile a quello di un motore ad induzione, allo scopo di produrre un campo magnetico tale da compensare le reazioni di armatura.

Digitized by Google

L'armatura rotante, munita di commutatore, è simile a quella di un ordinario motore a corrente continua, con quelle proporzioni di circuiti magnetici e di resistenza dell'avvolgimento, che sono necessari per la commutazione in queste condizioni.

Questi motori, connessi costantemente in serie, sono alimentati ad un voltaggio normale di 200 volts da un trasformatore riduttore della potenza di 80 kwatt, che riduce la tensione primaria a 400 volts, ovvero vengono alimentati da corrente continua a 600 volts.

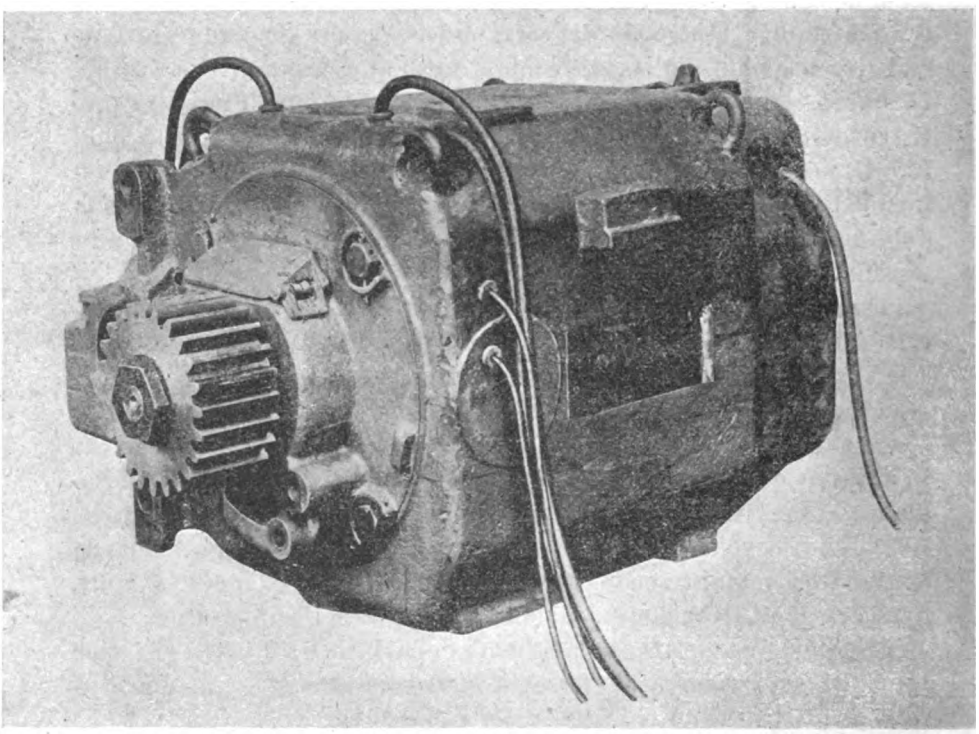


Fig. 6. — Il motore compensato monofase della General Electric Co.

Questo trasformatore (fig. 7), che è necessario per abbassare il voltaggio della corrente di alimentazione del motore in serie, è a raffreddamenlo a circolazione di aria, ottenuta dal movimento stesso dell'automotrice. La sua carcassa, per cui è sospeso sotto al carrozzone tra i carrelli, è munita di nervature per meglio dissipare il calore.

La corrente primaria, proveniente dalla linea aerea, è diretta al primario del trasformatore nel caso della corrente alternata, ed è, invece, guidata direttamente al commutatore nel caso della corrente

Digitized by Google

continua. Provvede a questa manovra una coppia d'interruttori ad olio (fig. 8), di cui uno è inserito nel circuito a corrente alternata ad alta tensione, e l'altro nel circuito a corrente continua, e così connessi mediante un sistema di leve e di molle che uno solo di essi può essere nella posizione di chiusura.

L'uso dello stesso motore per le due correnti continua ed alternata ha condotto pure ad uniformare i sistemi di regolazione dei motori stessi, in modo che essi potessero egualmente funzionare coi due sistemi di corrente.

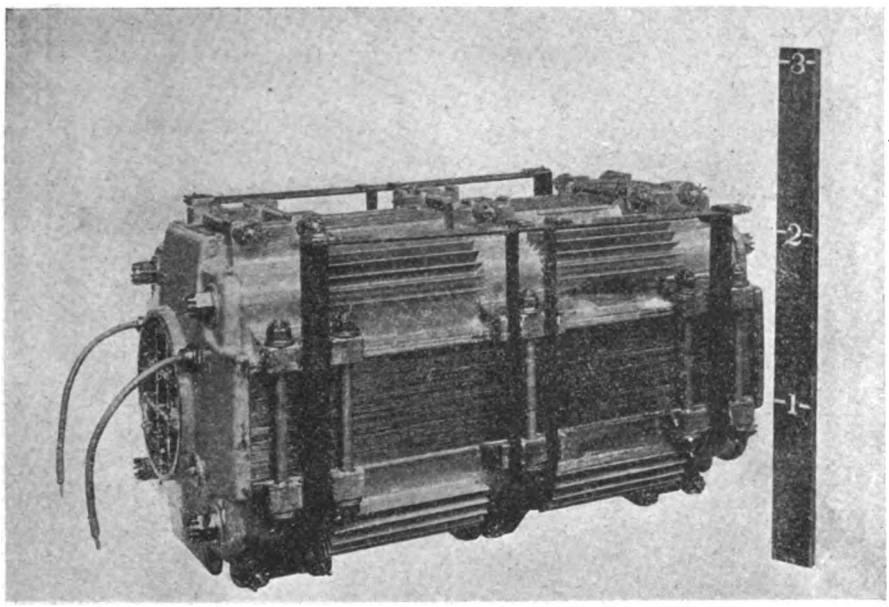


Fig. 7. — Trasformatore monofase riduttore.

Il motore in serie a corrente continua deve, per l'avviamento e per la regolazione della sua velocità, essere alimentato a potenziale variabile, che è provocato dalla caduta di una parte del potenziale di linea in resistenze che sono inserite dal controller.

Gli equipaggiamenti multipli permettono cogli accoppiamenti in serie ed in parallelo di alimentare i motori a potenziale variabile: ma pure queste combinazioni sono accompagnate da posizioni in cui delle resistenze sono inserite nel sistema, abbassando il rendimento del gruppo.

Il motore monofase, inquantochè è alimentato a corrente alternata, può essere assoggettato a potenziali variabili, usando delle pro-

Digitized by Google

prietà della corrente stessa, mediante variatori di tensione ad induzione; il sistema che è stato adottato da altri sotto varie forme

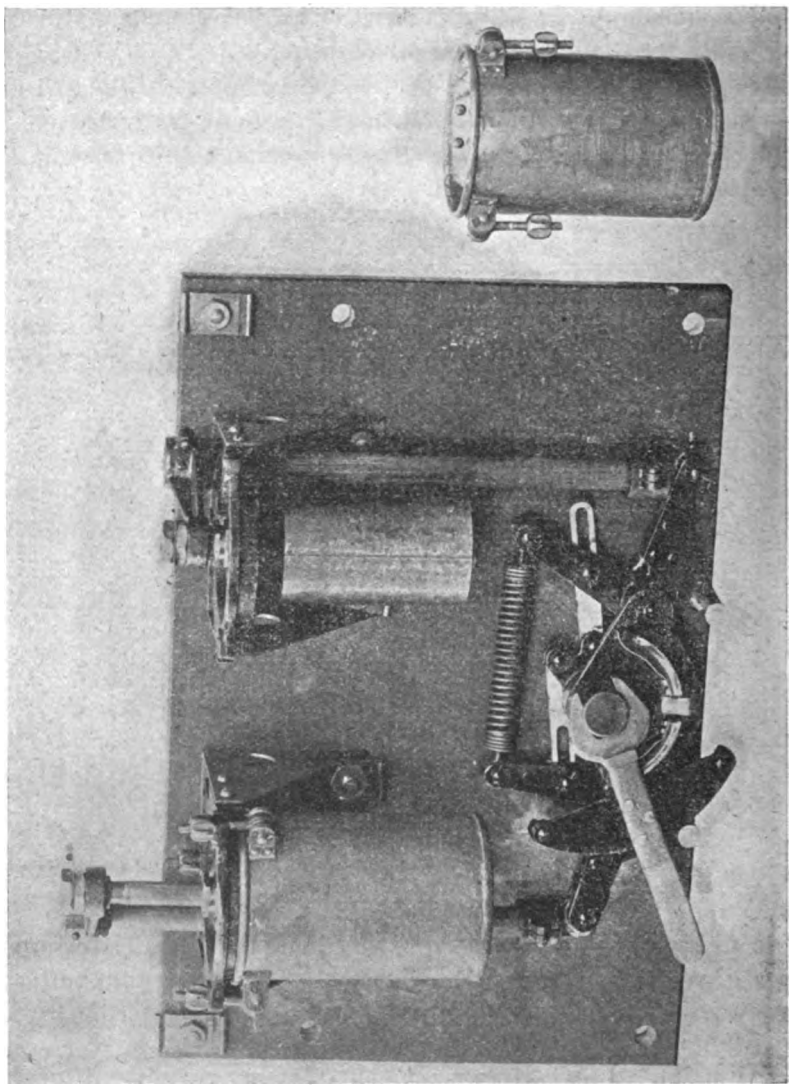


Fig. 8. — Interruttori ad olio.

darebbe appunto al motore monofase un maggior rendimento durante le velocità intermedie, pure abbassando sensibilmente il fattore di potenza dell'impianto.

La General Electric C°. ha dovuto adottare per le sue automotrici il sistema di regolazione in serie e parallelo, che poteva essere

Digitized by Google

comune alla corrente continua ed alternata, allo scopo di non aumentare troppo il peso e lo spazio con un nuovo sistema di regolazione, e lo ha realizzato con un commutatore che scambia le connessioni relative alla corrente continua con quelle a corrente alternata, ed

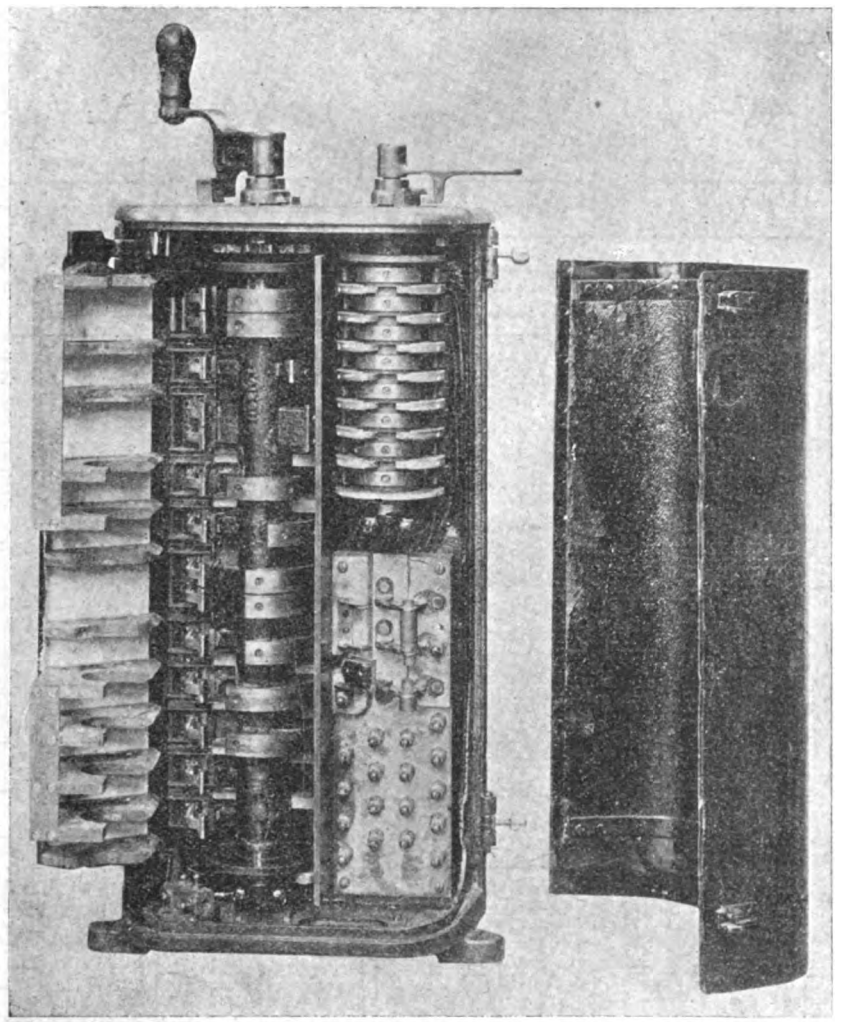


Fig. 9. — Controller di manovra.

un controller (fig. 9) ordinario a corrente continua, che colle sue successive posizioni può stabilire le seguenti combinazioni di resistenze e di motori (fig. 10 e 11).

Nel funzionamento a corrente continua nella posizione di avviamento, i motori od i loro campi magnetici sono in serie colla resi-

Digitized by Google

stenza che viene successivamente eliminata nella posizione corrispondente a metà velocità, per far seguire le connessioni in parallelo dei motori, pur mantenendo i campi magnetici in serie.

Nel funzionamento a corrente alternata si riproducono le stesse combinazioni, mantenendo però accoppiati in parallelo i campi di eccitazione.

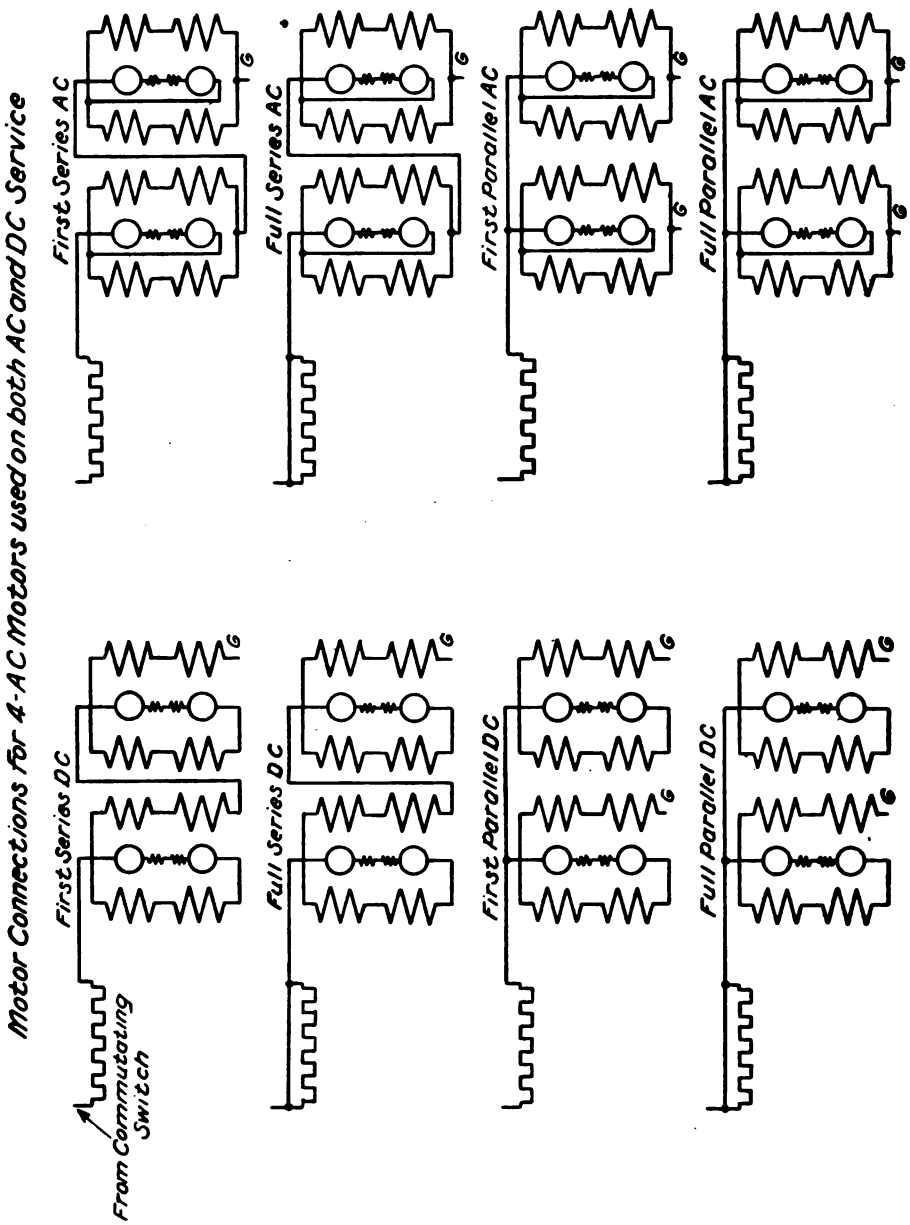


Fig. 10.

Digitized by Google

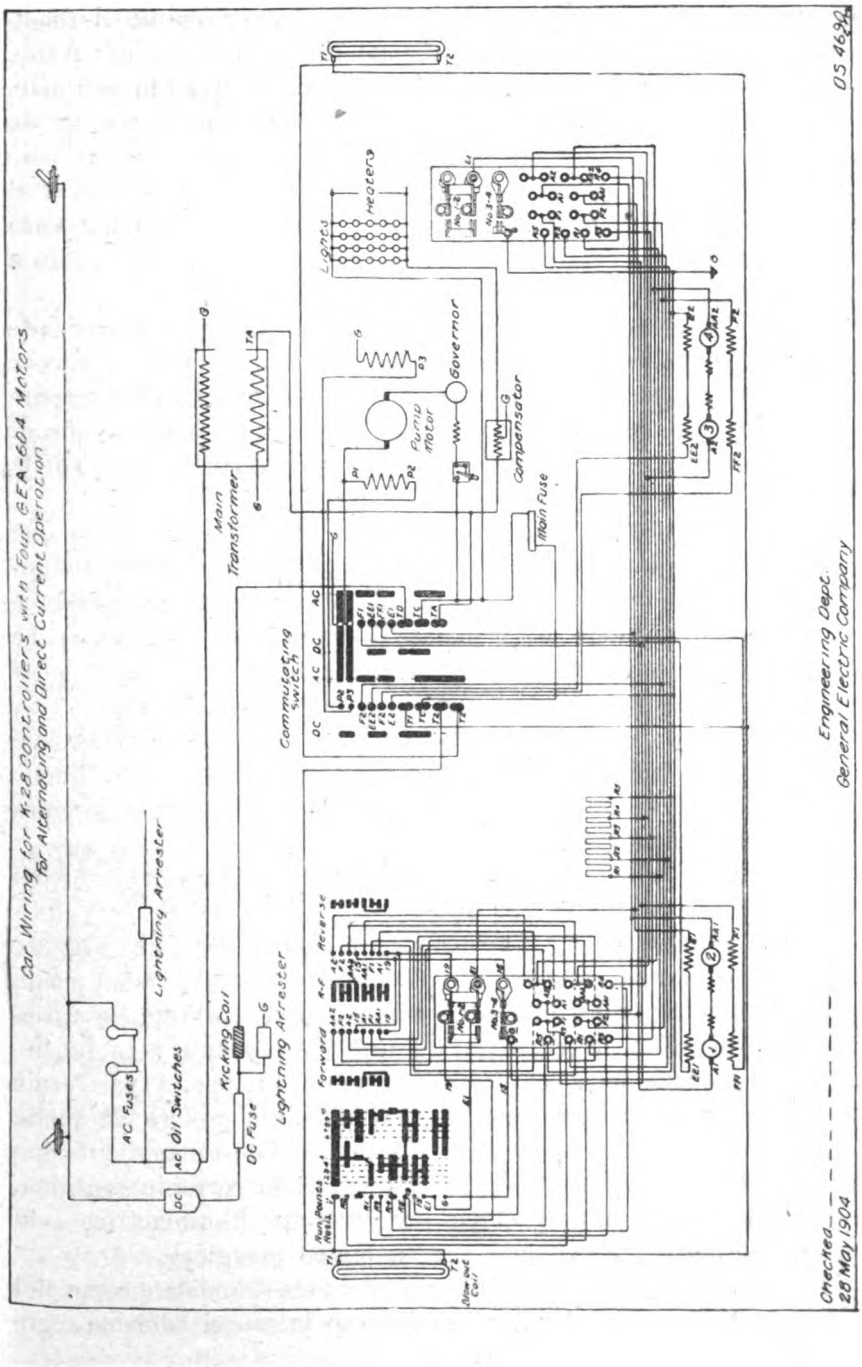


Fig. 11. — Schema delle connessioni della automotrice.

Digitized by Google

Questo sistema di controllo delle velocità mantiene il fattore di potenza della linea costante, e assai elevato, e per quanto il rendimento del sistema ad induzione sia superiare del 2 o 3 per cento, pure, l'uso del primo permettendo di servirsi nei tratti urbani della corrente continua di maggior rendimentò, può compensare questa minore efficacia del sistema. Nel caso di locomotive, dove il peso può essere aumentato, ed è sufficiente lo spazio per collocarvi il variatore, che è un vero trasformatore, viene proposto dalla Casa il sistema di regolazione ad induzione, durante il funzionamento a corrente alternata.

Questo esperimento fatto in simili condizioni è singolarmente adatto per stabilire un confronto tra le caratteristiche del motore in serie alimentato mediante corrente continua e mediante corrente alternata; ed io mi ritengo fortunato di poter presentare alcuni di questi risultati che ho ricevuto a Schenectady dal riparto prove della General Electric C.°

Le caratteristiche che vi presento (fig. 12 e 13), relative le une al motore alimentato a corrente continua, le altre a corrente alternata, mostrano come siano proprie dei due motori le curve di velocità ben caratteristiche per il motore destinato alla trazione, sì che quando diminuisce lo sforzo traente aumenta la velocità, in posizioni corrispondenti alla diminuzione d'intensità di corrente.

Il rendimento elettrico e complessivo del sistema a corrente continua, è, specialmente per le posizioni estreme, superiore a quello del motore alimentato a corrente alternata. Il fattore di potenza appare sensibilmente costante.

Il motore è alimentato a corrente alternata a 200 volts e 25 cicli ed a corrente continua a 250 volts.

Queste altre curve (fig. 14 e 15) rappresentano, per corse eseguite sullo stesso percorso di circa 2.5 chilometri, con una velocità media di 51 chilometri all'ora nelle due condizioni di corrente, le variazioni dell'intensità di corrente, durante l'avviamento e in funzionamento, e quelle della velocità in funzione del tempo. Appare come l'accelerazione del motore monofase sia alquanto minore di quella del motore a corrente continua, sì che richiedendosi maggior tempo per raggiungere la stessa velocità che non colla corrente continua, si richiede invece minor tempo per arrestare l'automotrice e la corrente dev'essere mantenuta per un tempo maggiore.

Le curve degli ampères e dei volts potrebbero indicare come nel motore monofase il periodo di avviamento in cui si debbono rego-

Digitized by Google

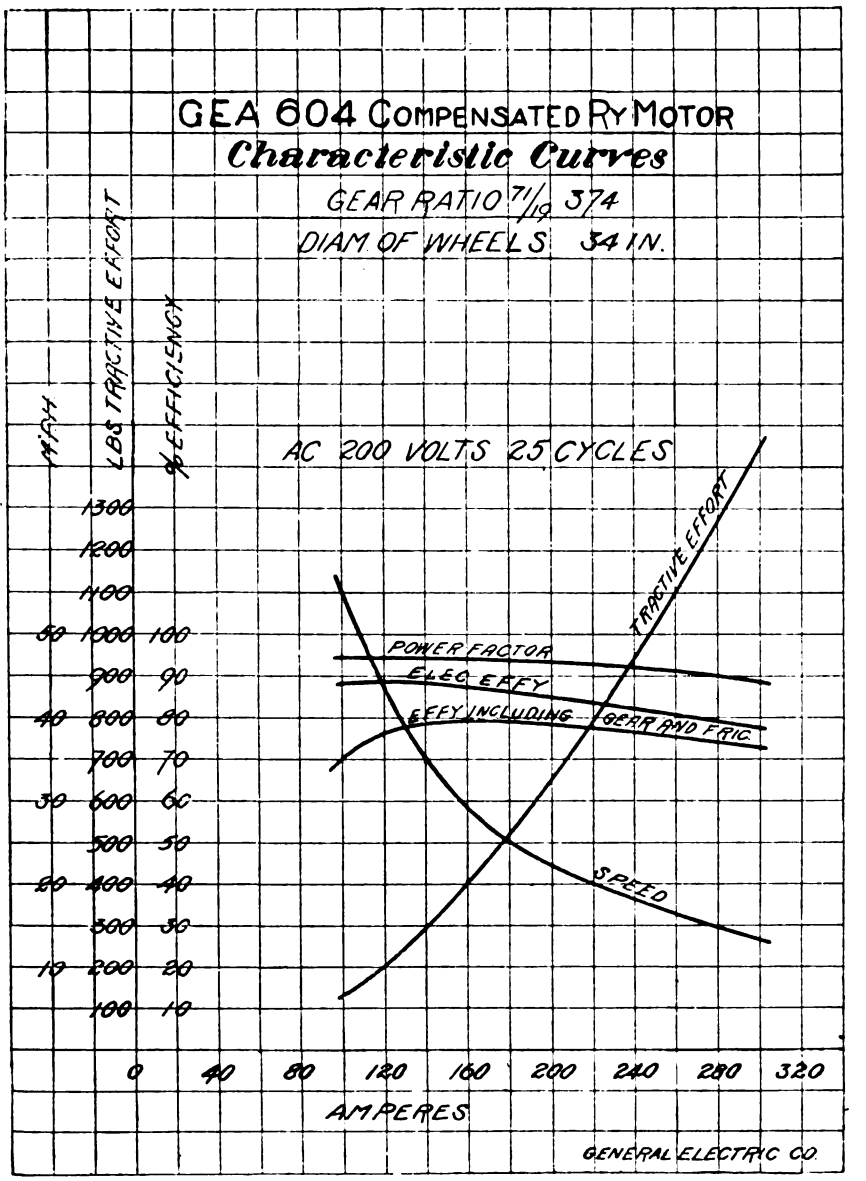


Fig. 12. — Caratteristiche del motore alimentato con corr. alt. a 200 volt.

lare i potenziali di alimentazione, ha una durata minore e limita l'inconveniente del controller reostatico.

Un problema della trazione elettrica a grande traffico ad unità pesanti, che non è secondo a quello del sistema motore è quello del

Digitized by Google

sistema di frenamento che permettendo le massime velocità, consente un più economico esercizio dell'automotrice. Il sistema di frenamento generalmente adottato è quello diretto ad aria compressa, che può venire realizzato con un serbatoio riempito ai capi-linee, ovvero con

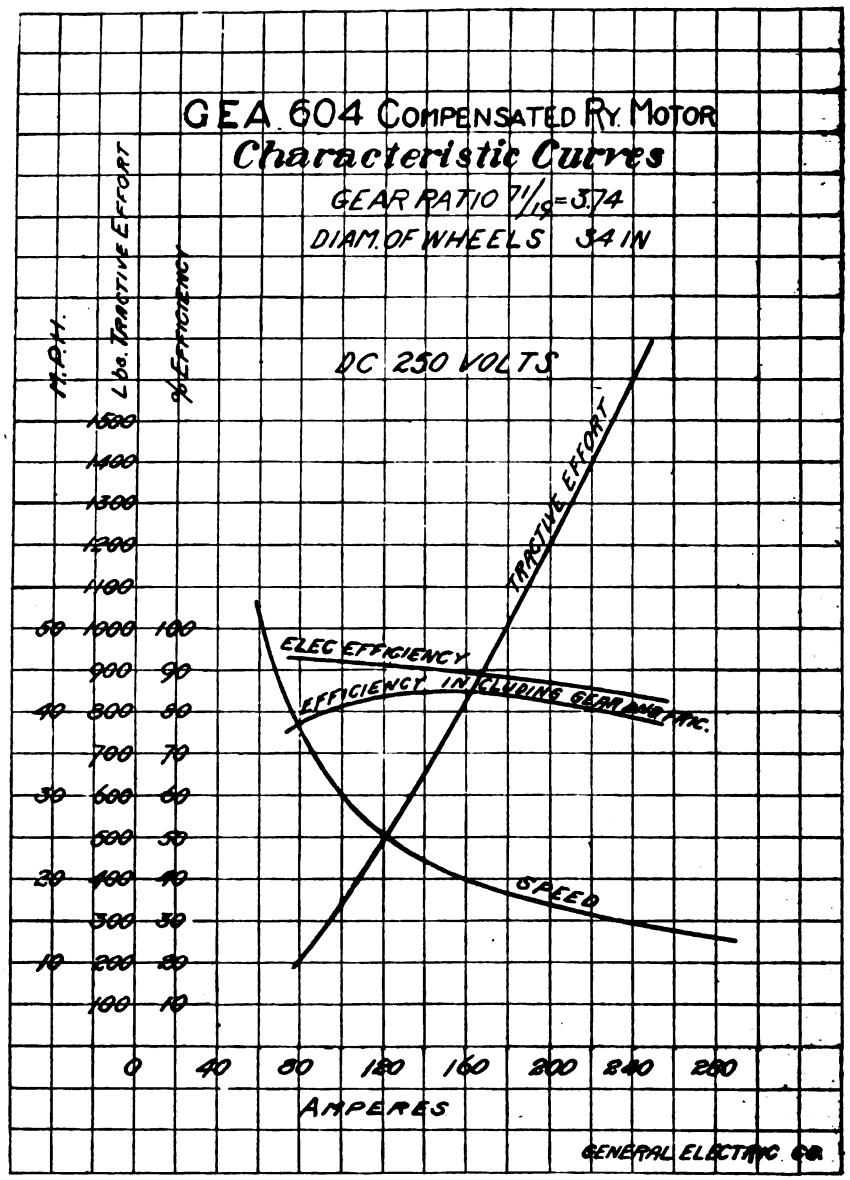


Fig. 13. — Caratteristiche del motore alimentato con corr. cont. a 250 volt.

Digitized by Google

un gruppo motore elettrico compressore che mantiene costante la pressione nel serbatoio automaticamente, mediante relais (fig. 16).

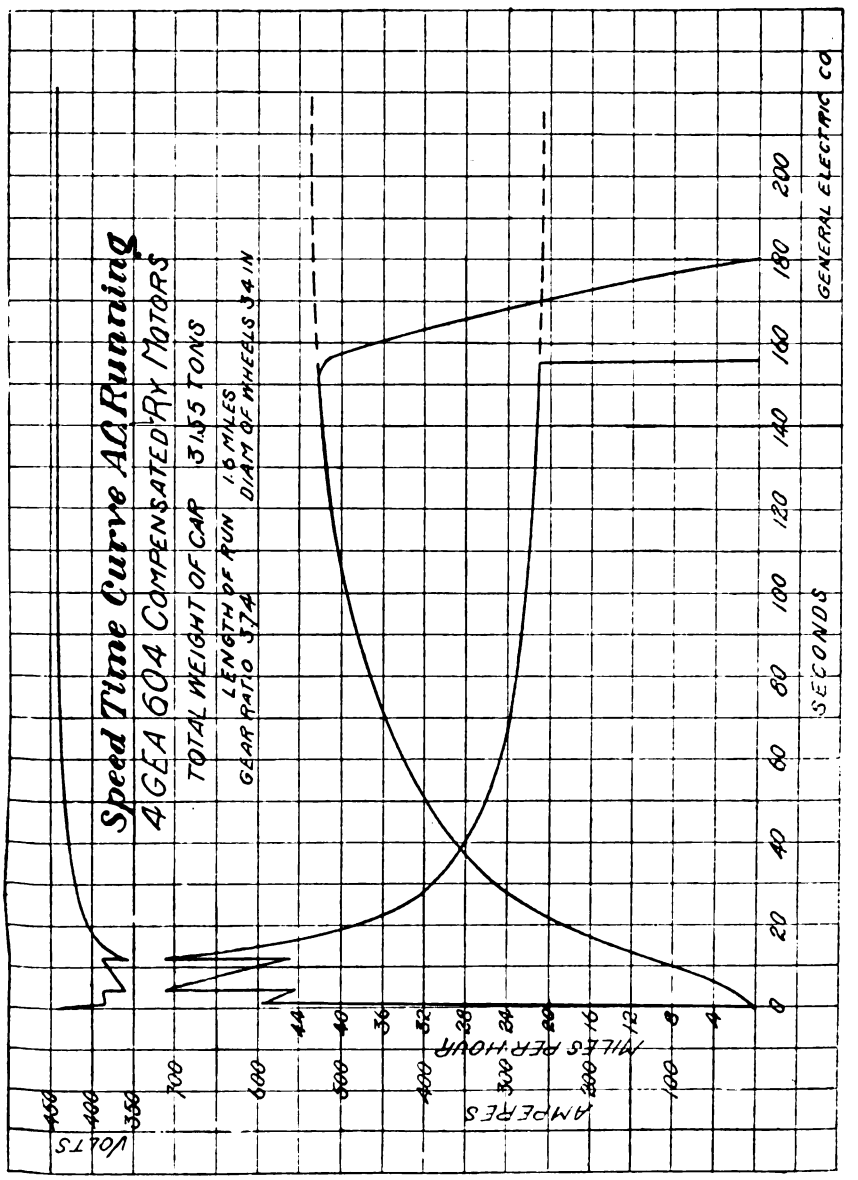


Fig. 14. — Curve di funzionamento del motore alimentato con corrente monofase.

Poichè, per trazione interurbana a lunghe tratte, il sistema a serbatoio conduceva ad un peso morto troppo grande, per la grande capacità che era da attribuirsi a questo recipiente, venne adottato

Digitized by Google

il gruppo motore-compressore, che presentò al motore monofase condizioni speciali di avviamento, poichè detto motore deve, sotto l'azione

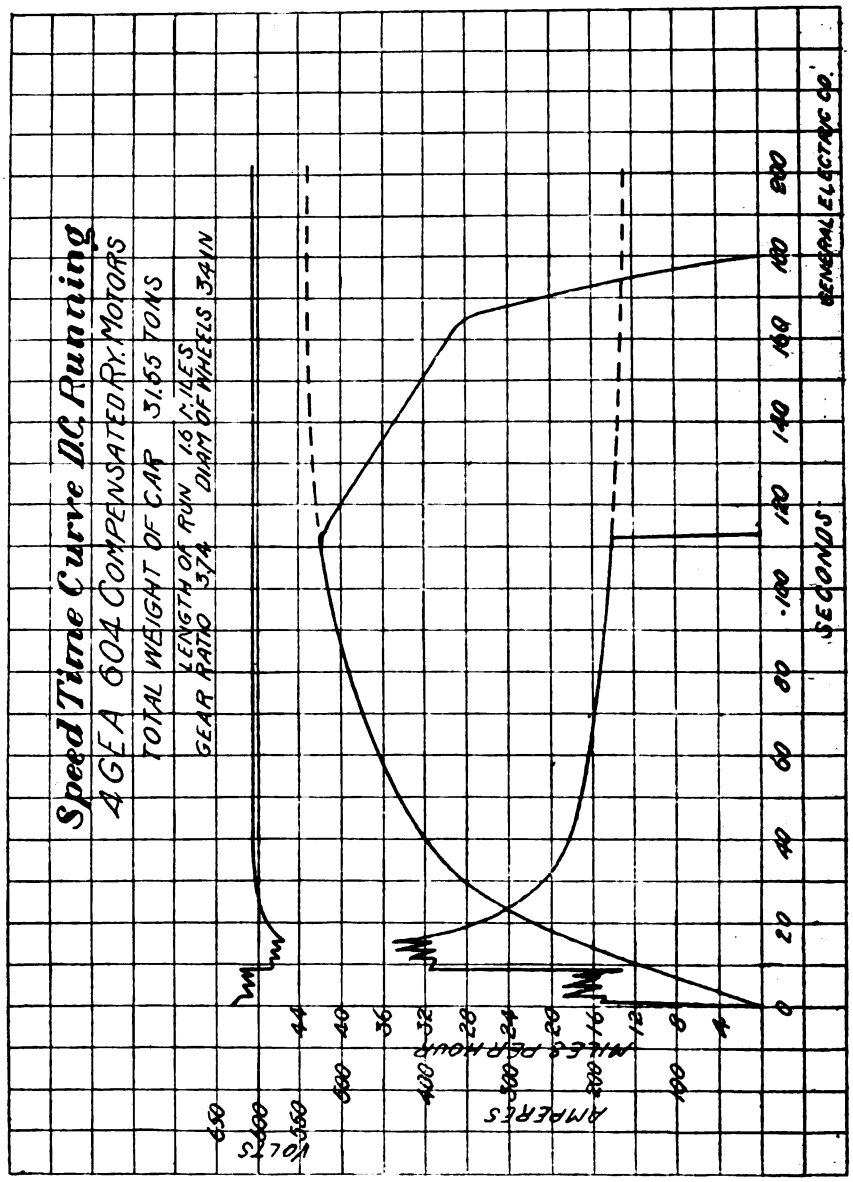


Fig. 15. — Curve di funzionamento del motore allmentato con corrente continua.

dei relais avviarsi prontamente ed in modo assai frequente. Il motore compensato si prestò pur bene a questa applicazione e le automotrici sono munite di un gruppo motore compressore, collocato al

Digitized by Google

disotto del carrozzone, che può essere alimentato sia a corrente continua che a corrente alternata.

L'automotrice ha il peso di circa 32 tonnellate, con una capacità di 44 passeggieri seduti, porta tra i carrelli il trasformatore ed il gruppo motore compressore, con tutti i congegni del freno. È munita di due trolley; l'uno in corrispondenza dell'asse della vettura

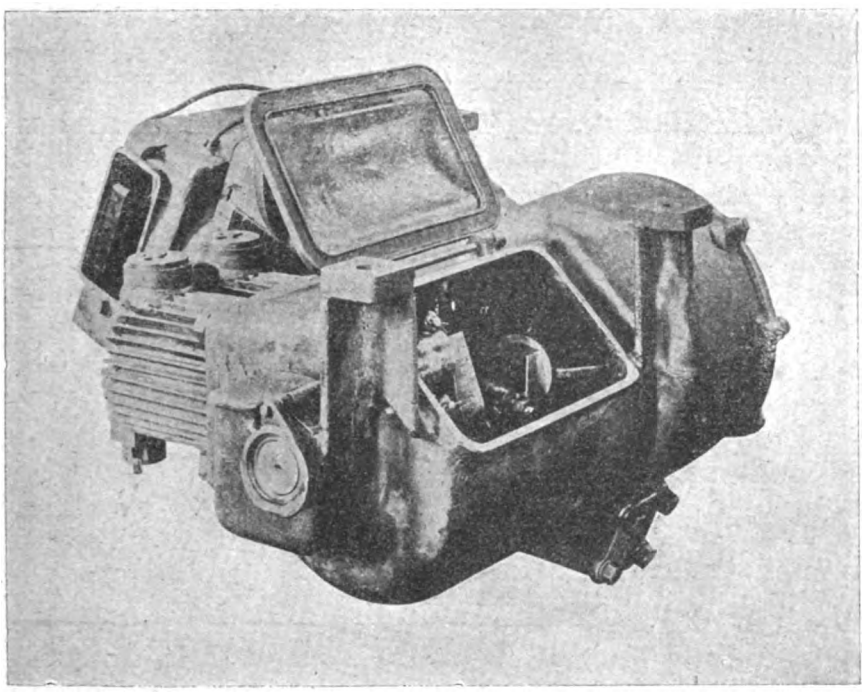


Fig. 16. — Gruppo motore compressore per i freni.

per la corrente continua e l'altro sostenuto da una mensola laterale, per la corrente alternata, che ha i suoi conduttori esterni al binario (fig. 17).

Una lunga serie di prove fatte su questa linea e col materiale descritto avrebbe condotto al risultato che, mentre il numero di watt ampère-ora per tonnellata-miglia è circa 86.3 per la corrente continua, è 125.5 per la corrente alternata, a parità di velocità e di ogni altra condizione.

Questo risultato, che dimostra come il motore a corrente continua abbia un maggior rendimento che non lo stesso motore usato colla corrente alternata, mentre non stabilisce che il sistema monofase sia di minore rendimento di quello a corrente continua, poichè i

Digitized by Google

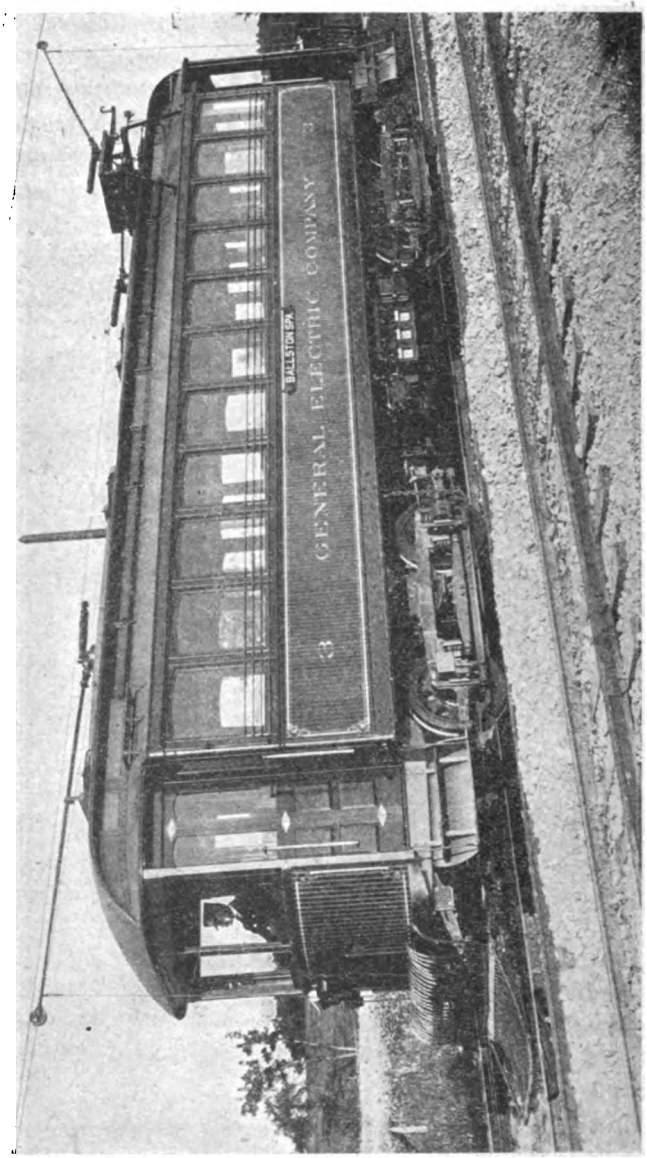


Fig. 17. — La automotrice della General.

suoi vantaggi principali stanno nel maggior rendimento delle linee e della centrale, suffraga le opportunità di questo sistema che avvicinandosi al tratto urbano delle sue linee, in presenza di corrente continua, ne può usare per migliorare le condizioni di rendimento e facilitare la costruzione delle linee.

Al sistema dobbiamo riconoscere pure di adattarsi meglio alle condizioni locali di una ferrovia elettrica, che richiede molte e fre-

Digitized by Google

quenti unità, che per essere meglio usufruite debbono attraversare la città percorrendone le vie. Astraendo da questa linea sperimentale, che è stata equipaggiata in condizioni speciali compatibili coll'impianto precedente, la General Electric Company ha proposto due diversi sistemi d'impianto, l'uno a corrente monofase, l'altro a corrente trifase.

Il primo alimenta le sottostazioni di trasformazione con corrente monofase a 22,000 volts, che per mezzo di sbarre omnibus, interruttore e trasformatore riduttore, è abbassata a 2200 volts, alla quale tensione va ad alimentare due sezioni che fanno capo in quella sottostazione, sì che ogni sezione è alimentata da due sottostazioni distinte (fig. 18 e 19).

Il secondo divide pure la linea in sezioni ed alimenta le relative sottostazioni mediante linee trifasi a 22,000 volts, la cui corrente attraversa sbarre omnibus, interruttori automatici e trasformatori capaci di convertire il sistema trifase in monofase ed alimentare le sezioni a 2200 volts. Il ritorno è fatto per la terra; ogni sezione può essere isolata dalla seguente.

Le stazioni di trasformazione possono essere distribuite lungo la linea e certamente, per l'alto voltaggio di alimentazione del trolley, alimentano sezioni di lunghezza assai superiore a quelle che erano concesse dal sistema misto a corrente continua e corrente alternata, con sottostazioni munite di convertitori rotanti.

Il sistema della Westinghouse Electric Company. — La grande rivale della General Electric C.° negli Stati Uniti, la Westinghouse Electric C.° ha essa pure, fin dal 1902, per opera del Lamme, suo capo ingegnere, iniziato con grande vigoria esperienze sulla possibilità del funzionamento del motore in serie a corrente alternatai e sua applicazione alla trazione monofase, e dopo circa un anno di esercizio di trazione mediante i propri motori e sistemi su linee sperimentali, è in grado attualmente di proporli come sanzionat dalla pratica per la trazione a corrente alternata.

Nella nostra rassegna, il sistema Westinghouse, mentre mostra un nuovo tipo di costruzione di motore in serie, rappresenta il sistema di regolazione mediante un variatore di tensione induttivo.

Nello schema delle connessioni di una automotrice Westinghouse (fig. 20), la corrente derivata dal filo di trolley raggiunge un auto-trasformatore, da cui possono derivarsi le correnti di alimentazione dei motori.

In un punto corrispondente ad una differenza di potenziale di circa 230 volts dalla terra, è derivato un circuito che va al secon-

Digitized by Google

dario del variatore induttivo, mentre in corrispondenza di una sezione a 650 volts, è fatta una connessione al primario dello stesso regolatore.

Questo variatore è un trasformatore il cui primario è mobile rispetto al secondario, così da poter regolare colla sua posizione la

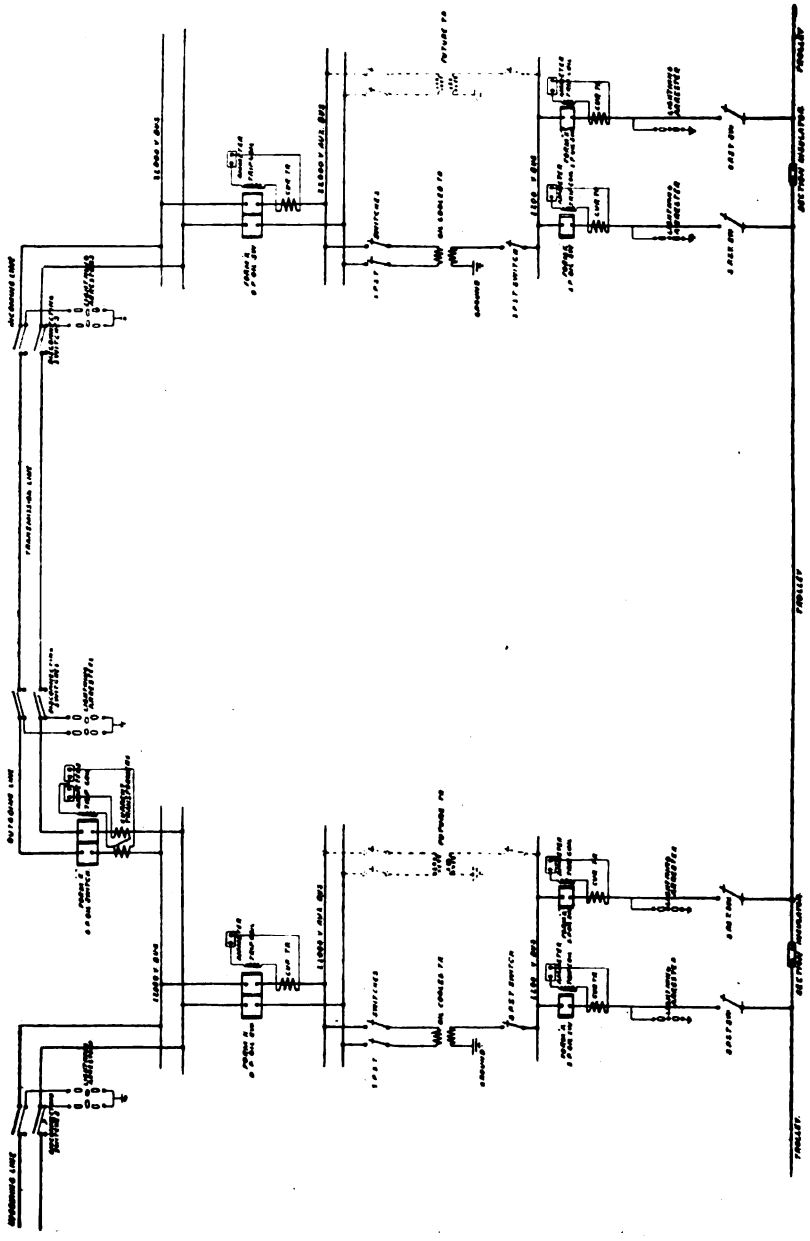


Fig. 18. — Schema di distribuzione monofase per trazione monofase.

Digitized by Google

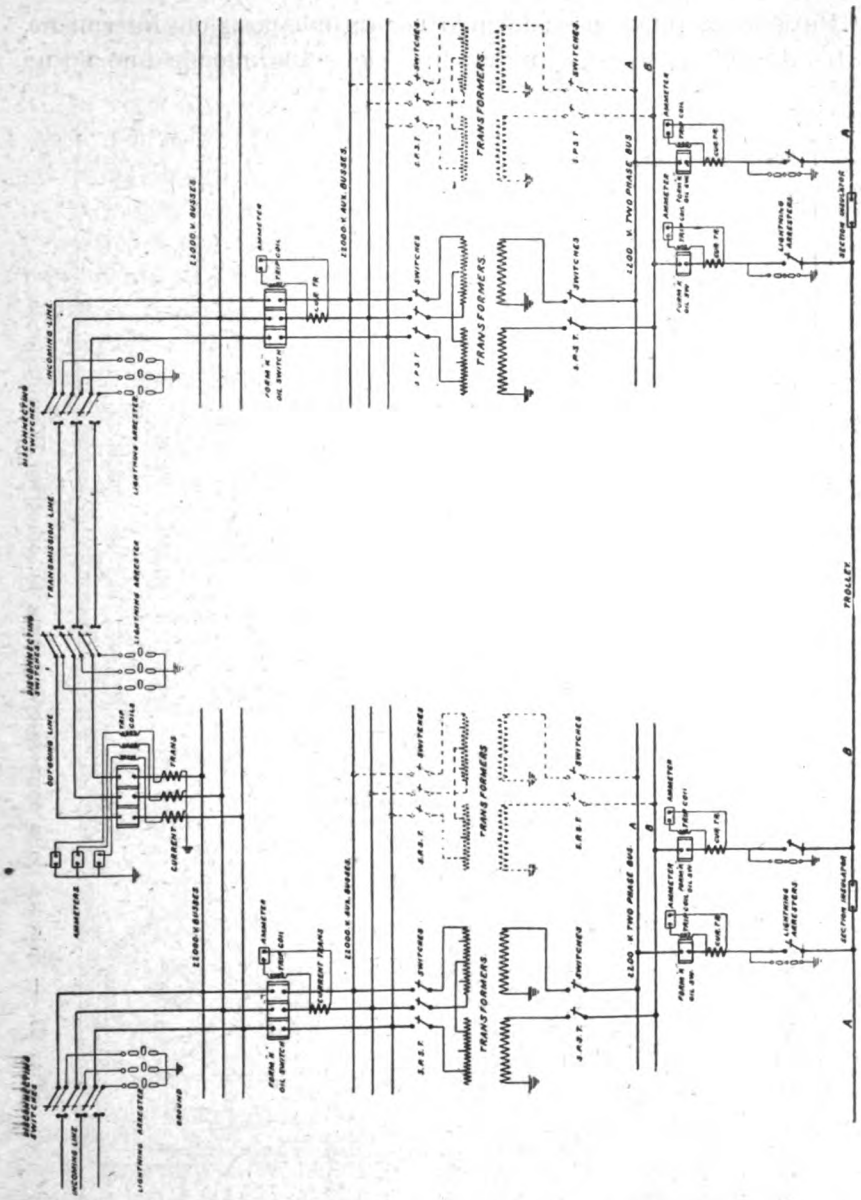


Fig. 19. — Schema di distribuzione trifase per trazione monofase.

induttanza mutua dei circuiti, e quindi la f. e. m. di induzione, che viene a sommarsi alla tensione del secondario, che può alimentare i motori a voltaggio variabile nei limiti concessi dal variatore.

All'avviamento, la f. e. m. indotta nel variatore si oppone nel secondario totalmente a quella derivata dall'auto-trasformatore, abbassando la tensione ai capi del motore per il suo avviamento.

Digitized by Google

Durante la rotazione, passando per tutte le posizioni intermedie, la induttanza mutua dei due circuiti viene diminuendo fino ad un

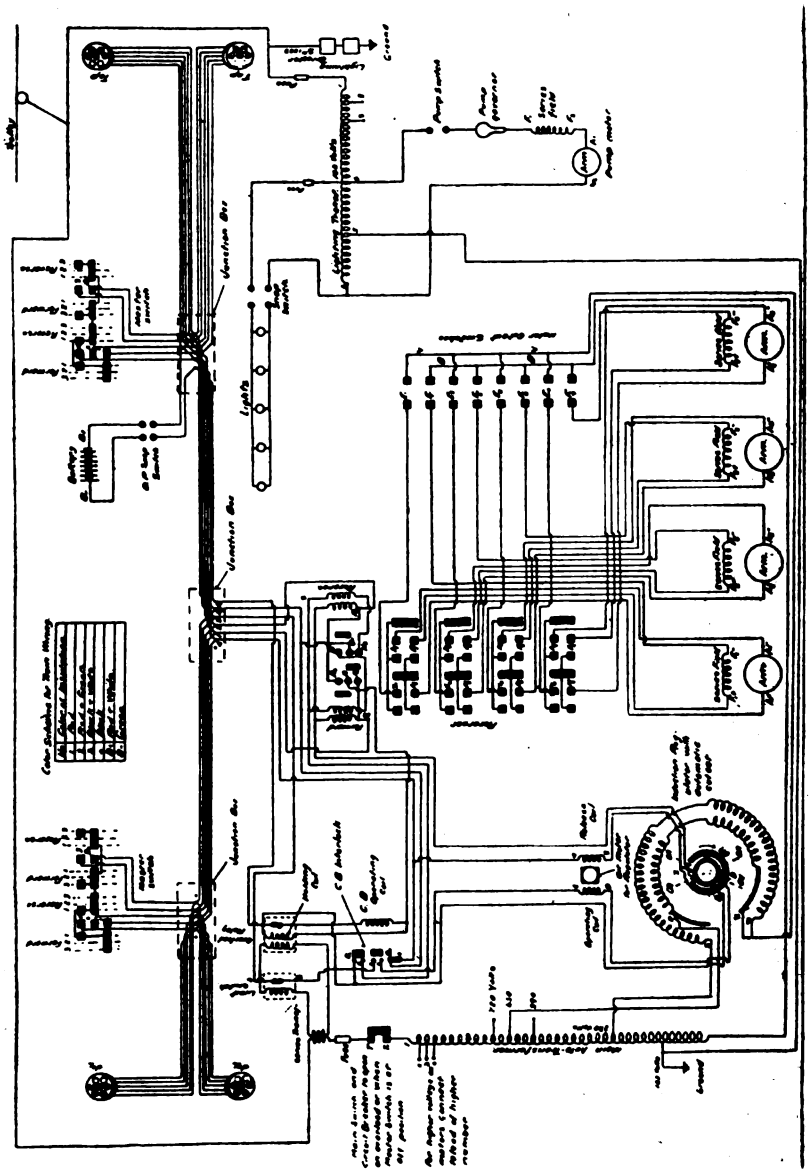


Fig. 20. — Schema delle connessioni in una automotrice Westinghouse.

minimo corrispondente all'alimentazione del motore colla tensione dell'auto-trasformatore, per cambiare poi segno e provocare f. e. m. in accordo con quella principale, che si sommano con essa.

Digitized by Google

I motori connessi in parallelo per poter compensarsi nel caso di slittamenti, sono in numero di 4, e sono alimentati normalmente a 250 volts attraverso ad interruttori e commutatori che hanno lo scopo d'invertire la rotazione dei motori, scambiando le connessioni dei campi magnetici, pure riuniti in parallelo.

Questo sistema di regolazione ha certamente di fronte al sistema reostatico i vantaggi di avere un maggior rendimento, poichè l'abbassamento di voltaggio richiesto all'avviamento non viene ottenuto con una dispersione di energia provocata da cadute ohmiche, e di permettere una scala assai maggiore di velocità; gli si può rimproverare invece di contribuire a diminuire il fattore di potenza nelle condizioni di avviamento.

Se intendiamo di rappresentare vettorialmente le f. e. m. (fig. 21) che entrano in gioco nel funzionamento e regolazione di un motore

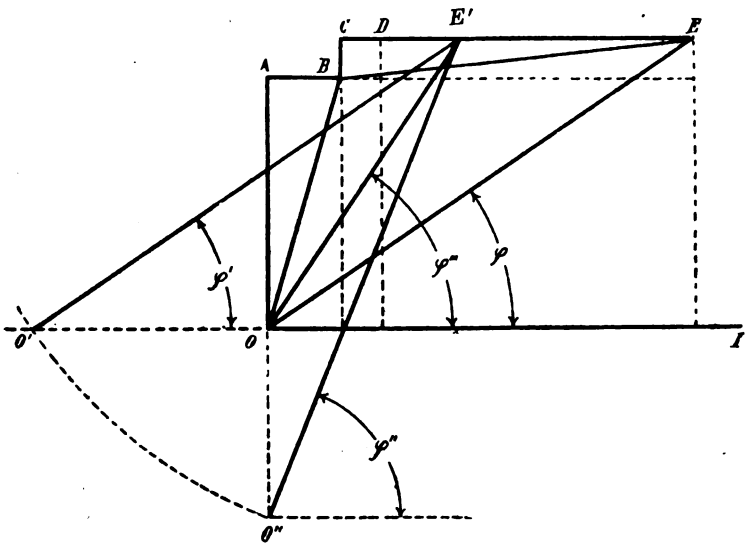


Fig. 21.

monofase in serie e trascurando fenomeni secondari rappresentiamo colla *OI* la direzione della intensità di corrente, segneremo con un segmento *OA* in quadratura la f. e. m. di autoinduzione dovuta alle spirali magnetizzanti del motore, e con un segmento *AB* parallelo alla *OI* la caduta di tensione che ha luogo per la resistenza ohmica delle spirali di eccitazione. *AB* è di valore minimo di fronte ad *OA* per la minima resistenza dei circuiti di eccitazione di un motore in serie, *OB* può rappresentare la caduta di tensione complessiva nei campi.

Digitized by Google

L'armatura in serie colla spirale d'eccitazione ha pure un coefficiente di autoinduzione che provoca una f. e. m. di autoinduzione *BC* parallela alla *OA* ed alquanto minore, mentre *CD* rappresenta la caduta ohmica nelle resistenze dell'armatura.

Per completare il diagramma nel caso corrispondente alla velocità normale ed alimentazione a pieno voltaggio di linea, è da aggiungere nella direzione *OI* il vettore *DE* rappresentante la f. c. e. m. componente attiva della tensione di armatura.

OE è il vettore della f. e. m. applicata ai morsetti del motore, corrispondente alla tensione di linea, il cos φ ha un determinato valore che in generale, per alte velocità, è sufficientemente elevato. Nelle condizioni di avviamento o di minima velocità, mentre le f. e. m. di autoinduzione ed ohmiche rimangono inalterate per la costanza della corrente, la f. c. e. m. che rappresenta la parte attiva del voltaggio impresso diminuisce ed assume, per esempio, il valore *DE'*. Il voltaggio impresso ai capi del motore viene rappresentato dal vettore *OE'* alquanto minore di *OE* ed a cos φ assai minore.

Il sistema reostatico ottiene questa riduzione di tensione con una caduta di f. e. m. attiva, provocata da resistenze ohmiche, che può essere rappresentata da *OO'* per cui $OE = O'E'$ e $\cos\varphi = \cos\varphi'$ cioè a fattore di potenza uguale a quello di funzionamento a piena velocità.

Il sistema ad induzione ottiene invece il passaggio dalla f. e. m. *OE* alla *OE'* con una f. c. e. m. di autoinduzione, cioè in quadratura colla *OI* rappresentata da *O O''* (trascurando la resistenza ohmica del variatore, troppo piccola per essere apprezzata in questo diagramma) per cui $O''E' = OE$ mentre cos φ'' è sensibilmente minore di cos φ.

Per quanto corrisponda al sistema d'induzione un fattore di potenza assai basso nelle condizioni di avviamento, questo non avviene a detrimento del rendimento gruppo regolatore e motore, mentre il sistema reostatico dà luogo effettivamente ad una dispersione di energia attiva.

Il basso fattore di potenza, che avrebbe gravi conseguenze sulla economia di distribuzione e sulla regolazione dei generatori, ha una limitata importanza nel caso di una linea monofase a molte unità per cui il fattore di potenza medio totale conserva sempre un valore elevato e pratico.

La rotazione del rotore e del variatore è ottenuta mediante un piccolo motore pneumatico, comandato da valvola elettromagnetica, regolata dal manovratore mediante un sistema secondario di circuiti a bassa tensione.

Digitized by Google

L'interruttore principale, il commutatore, gl'interruttori dei singoli motori sono pure comandati elettropneumaticamente, con semplicissimo apparecchio di manovra collocato sulla piattaforma della automotrice.

Questo comprende tre posizioni per ciascuna direzione di marcia, che successivamente inseriscono il commutatore nella posizione desiderata, chiudono l'interruttore principale, ed azionano il regolatore, aumentando il voltaggio di alimentazione, finchè nella posizione di massima automaticamente lo arrestano. Agendo in senso inverso, si

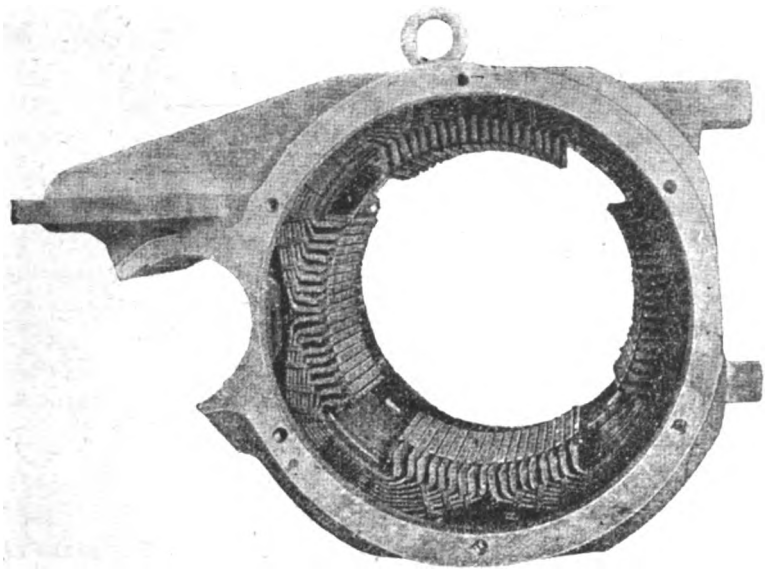


Fig. 22. — Il motore monofase del Lamme col solo avvolgimento di compensazione.

apre l'interruttore ed il regolatore ritorna automaticamente nelle condizioni di minimo voltaggio necessarie per l'avviamento successivo.

I circuiti secondari, che non hanno altro ufficio che di agire su valvole inserite sulla conduttura generale ad aria compressa, possono essere distribuiti in parecchi carrozzoni, formanti un treno di automotrici, dando luogo ad un sistema multiplo.

Il motore monofase in serie, brevettato dal Lamme (fig. 22, 23 e 24), presenta le seguenti caratteristiche: circuito magnetico completamente laminato, poli sporgenti il cui numero è determinato da relazioni stabilite dall'autore, munito di fori longitudinali ricavati in prossimità del traferro e accompagnati da una diminuzione di sezione

Digitized by Google

del giogo, allo scopo di opporre una maggiore riluttanza ai flussi trasversali; questi fori sono ordinariamente in numero di otto e mentre attorno ai poli si collocano le bobine magnetizzanti formate

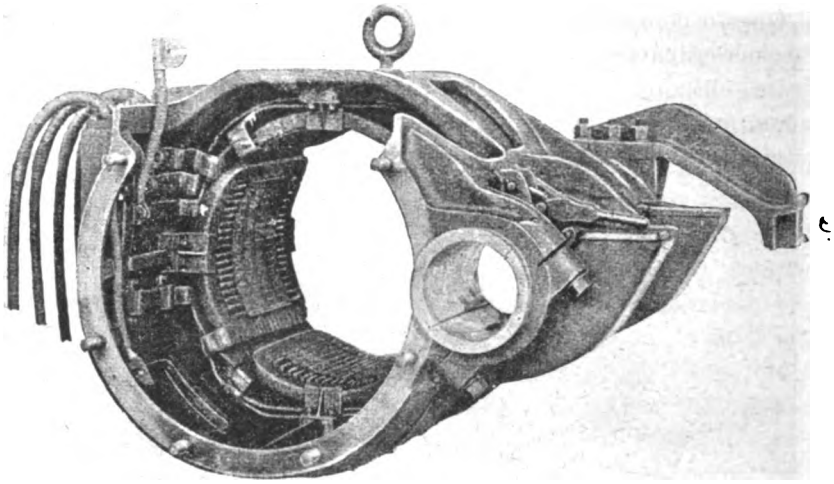


Fig. 23. — Il motore monofase del Lamme - L'induttore.

da poche spire, nei fori s'introducono avvolgimenti in corto circuito per opporsi alla self induzione dell'armatura, ovvero avvolgimenti di compensazione inseriti in serie colle bobine magnetizzanti.

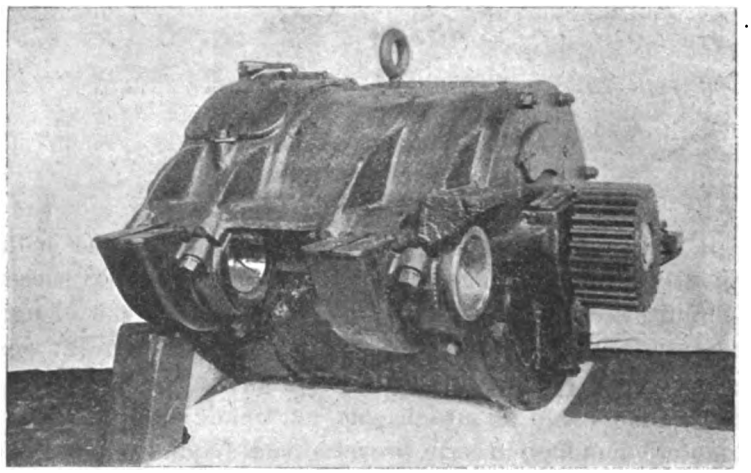


Fig. 24. — Il motore monofase del Lamme.

L'armatura (fig. 21), simile nel suo aspetto esterno ad un'armatura ordinaria a corrente continua, è formata da un avvolgimento

Digitized by Google

chiuso in parallelo con resistenze giacenti nel fondo dei fori dell'armatura, inserite fra i singoli segmenti del commutatore e gli elementi dell'avvolgimento. Queste resistenze sono inserite all'atto della commutazione allo scopo di limitare la corrente di corto circuito nelle spirali in commutazione.

La linea sperimentale era compresa tra East Pittsburg, sede delle

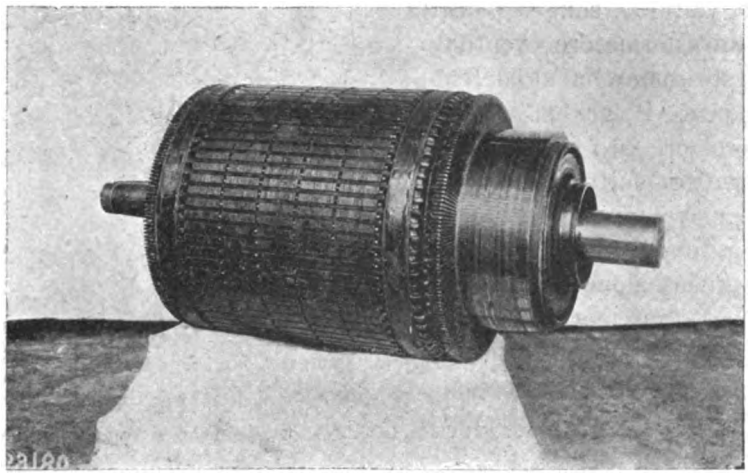


Fig. 25. — L'armatura del motore monofase Lamme.

officine della Compagnia, e Wilderming. La linea di trolley, alimentata a 1000 volts era sostenuta mediante una costruzione a catenaria formata da un conduttore fissato con isolatori ai pali, sostenente il filo di trolley con attacchi di lunghezza variabile, in modo da ottenere una linea press'a poco orizzontale.

Durante la mia permanenza nelle officine della Compagnia, si stava montando un sistema di costruzione formato da due conduttori portati da isolatori e dal filo di trolley, (fig. 26) che funzionava da spigolo inferiore di un prisma triangolare, sostenuto da triangoli di altezza decrescente, in direzione orizzontale.

La costruzione avrebbe una grande rigidità e robustezza.

Fino a tensione di 1000 volts può servire un trolley a rotella ordinario, e per tensioni superiori viene adottato un trolley ad archetto, che è comandato mediante aria compressa. All'atto dell'applicazione della pressione comincia a sollevarsi la parte superiore comprendente l'arco, ed in seguito l'intero trolley; nei cambiamenti di senso e di marcia si ribalta la sola parte superiore del trolley.

Digitized by Google

Le automotrici (fig. 27) sono del tutto simili a quelle della General Electric C°, di grande lunghezza, a sedili normali alla via, semi convertibili, munite di due carrelli a quattro ruote, e due motori comandanti gli assi mediante ingranaggi.

Tra i due carrelli, al di sotto della vettura, sono collocati l' autotrasformatore ventilato dallo stesso movimento dell'automotrice, il gruppo motore compressore ed i serbatoi e gli interruttori elettro-pneumatici.

La corrente necessaria per la illuminazione, riscaldamento, alimentazione del gruppo motore-compressore è derivata da un piccolo autotrasformatore analogo a quello principale. Per il comando elettropneumatico, la vettura porta una batteria di accumulatori di riserva. Il sistema della Westinghouse è stato adottato dalla Indianopolis & Cincinnati Traction Company per la linea ferroviaria compresa tra Indianopolis e Cincinnati.

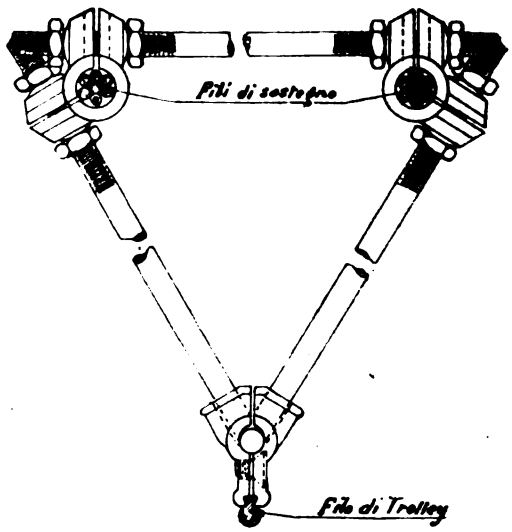


Fig. 26.
La sospensione a doppia catenaria.

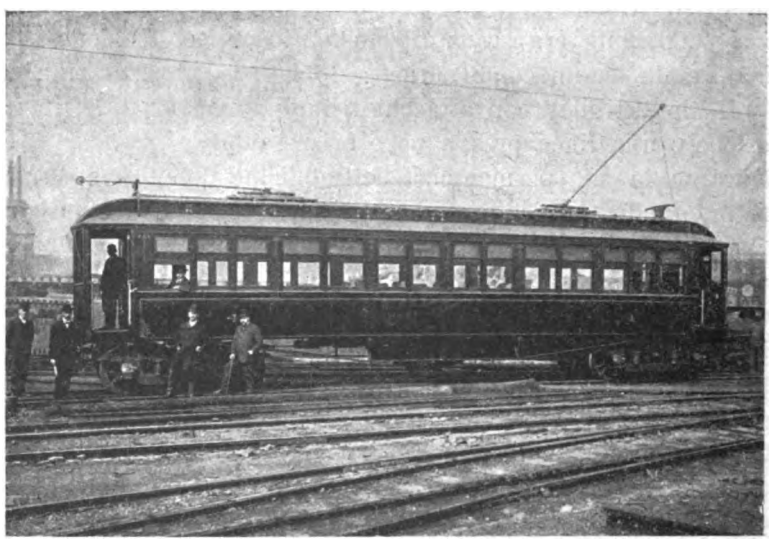


Fig. 27. -- L'automotrice Westinghouse.

Digitized by Google

Alla fine dello scorso anno la linea era costrutta parzialmente, raggiungendo Rushville, distante circa 60 chilometri da Indianapolis. Le automotrici sono alimentate a 3300 volts e 25 cicli, con corrente monofase, ovvero a 500 volts con corrente continua, nei tratti urbani, dove, come nel sistema della General Electric C°, la corrente è derivata dalle linee del trolley dei trams urbani. Il sistema di controllo è reostatico per le necessità di farlo servire alle due qualità di corrente.

***

Dalla rassegna, che ho cercato di rendere completa quanto possibile, sullo stato attuale del motore monofase negli Stati Uniti d'Amesica, appare come nel Nuovo Continente il motore monofase è seriamente considerato come elemento essenziale per la elettrificazione delle ferrovie, e si comprenda come il risultato significante dell'introduzione di questo motore non sia il motore per sè stesso, ma l'uso della corrente alternata attraverso a tutto il sistema, l'esclusione del convertitore rotante, la possibilità di alti voltaggi nella trasmissione, i vantaggi riscontrati nella costruzione dei controller su quelli della corrente continua, la superiorità del controllo d'induzione, la facilità con cui l'energia può essere ritornata al circuito dal motore a corrente alternata, la minore concentrazione di energia nel caso di corti circuiti, la maggior potenza delle automotrici, la facilità di presa della corrente ad alta velocità, la libertà dei fenomeni di elettrolisi, ed in breve la superiorità mostrata dalla corrente alternata sulla corrente continua in ogni particolare, dall'albero del generatore all'albero del motore, per cui un nuovo campo, i limiti del quale non sono ancora esattamente determinati, è aperto allo sviluppo dei servizi ferroviari elettrici.

Il nostro paese, che ha visto i primi e più importanti impianti di trazione elettrica, ed ha fornito colle sue linee ferroviarie elettriche sperimentali a sistemi diversi i dati che hanno condotto all'attuale indirizzo della trazione elettrica, ha pure la gloria di avere iniziato i primi esperimenti di trazione col motore monofase in serie, dimostrando che all'Italia spetta il primato di tutte quelle iniziative che possono condurre alla elettrificazione delle ferrovie, convertendo in fecondo elemento di ricchezza nazionale l'energia delle sue cascate idrauliche.

Digitized by Google

N. 10.

SOPRA ALCUNI ISTRUMENTI ELETTRICI DI MISURA

COMUNICAZIONE

tenuta dal socio **Ing. VITTORIO ARCIONI** *alla Sezione di Milano nella Seduta del 17 marzo 1905.*

Gli strumenti di misura qui appresso descritti costituiscono una serie che ho avuto occasione di studiare nel decorso anno presso il Tecnomasio Italiano Brown Boveri di Milano.

Il carattere di detti istrumenti è principalmente industriale, ed il concetto che mi ha guidato in questi studi è stato soprattutto quello di giungere alla costruzione di istrumenti di misura, i quali, per le loro qualità pratiche, offrissero quelle garanzie di solidità, durata e regolarità di funzionamento che si riscontrano di solito nel resto del materiale elettrico.

Il problema era principalmente tecnico, poichè i principî fondamentali su cui riposano tutti gli strumenti sono in massima noti, e già in guise diverse, applicati da vari costruttori di istrumenti di misura, e si riduceva quindi solamente a quello di ottenere, partendo dagli stessi principî fondamentali, risultati diversi e più rispondenti alle esigenze della pratica industriale.

Istrumenti elettromagnetici indicatori.

Questi istrumenti, come è noto, riposano sulle azioni di un campo magnetico prodotto con un solenoide su alcuni pezzi di lamiera di ferro dolce disposti convenientemente. La disposizione più comune consiste in un solenoide cilindrico, il quale è attraversato da tutta la corrente da misurare. Nel suo interno è disposta una laminella di ferro dolce, ricurva, la quale si adagia sulla superficie interna del solenoide. Lungo l'asse di questo trovasi impernato un albero sottile di acciaio, il quale porta l'indice dello strumento, ed un'altra laminella di ferro dolce che ruota quindi con l'equipaggio dello strumento (fig. 1).

L'azione del campo magnetico prodotta dal solenoide determina il movimento della laminella mobile rispetto alla fissa, e questo movimento è reso palese dall'indice, il quale si sposta di fronte al quadrante.

Digitized by Google

Questa disposizione molto semplice, che riassume il meccanismo di un istrumento elettromagnetico indicatore, va presa in esame sia dal lato elettrico come da quello meccanico, per dare alle singole parti le giuste proporzioni perchè nel suo complesso lo strumento risponda alle condizioni volute.

Così va presa in considerazione la quantità di energia consumata da un tale istrumento quando rimane costantemente inserito in circuito, il suo coefficiente di temperatura, ossia l'errore percentuale nelle indicazioni dovuto alla variazione di resistenza per effetto della variazione della temperatura ambiente, come verificasi nel passaggio dall'estate all'inverno. Inoltre, se trattasi di corrente continua, non devesi dimenticare la possibilità di un errore per isteresi, e nel caso di correnti alternative per la forma della curva.

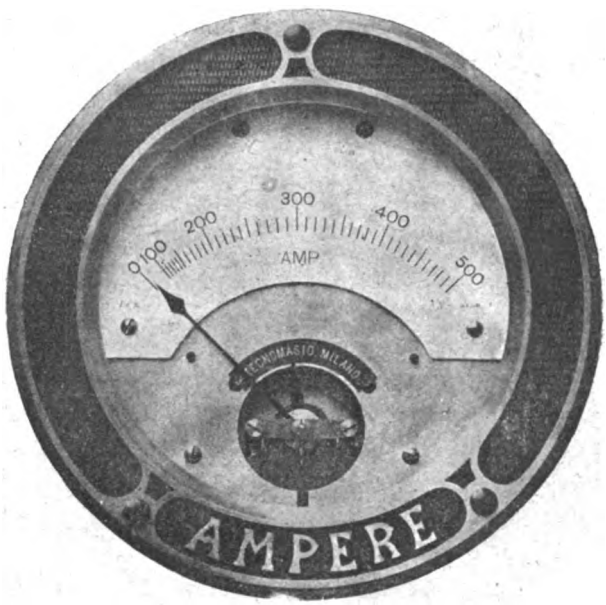


Fig. 1. — Istrumento elettromagnetico indicatore (modello affondato nel quadro).

La disposizione più sopra accennata di due lamelle di ferro dolce ricurve, le quali si spostano una di fronte all'altra nell'interno di un solenoide cilindrico, dà per sè stessa dei buoni risultati nella costruzione degli strumenti elettromagnetici, in relazione alle condizioni sopra indicate, ed il problema in questo caso si riduce solamente alla determinazione di alcuni dati secondari, che però hanno importanza molto grande nel perfetto funzionamento dello strumento (fig. 2).

La forma delle lamelle fisse e mobili ha una speciale influenza sulla legge di rotazione dell'equipaggio mobile, in corrispondenza ad un incremento uniforme del campo magnetizzante.

Detta legge deve essere differente a seconda che trattasi di amperometri, oppure di voltmetri, così mentre per i primi si mira in

Digitized by Google

generale ad ottenere una scala pressochè uniforme su tutta l'ampiezza, per i secondi questa è resa più aperta nella zona utile, ed addirittura soppressa nella prima parte, che naturalmente non verrebbe, in condizioni normali, mai adoperata.

Uno studio sperimentale può condurre all'esatta determinazione della forma delle laminelle per raggiungere lo scopo.

Le dimensioni poi di queste, e soprattutto il loro rapporto, cioè a dire dello spessore rispetto alla lunghezza, in relazione anche alla qualità del ferro impiegato, sono gli elementi che definiscono la bontà di uno strumento elettromagnetico nel suo funzionamento con corrente continua ed alternativa.

Anche qui la complessità di un'analisi qualsiasi rigorosa, in mezzo a campi magnetici deboli ed eccezionalmente irregolari, obbliga a ricorrere all'esame sperimentale per definire le condizioni migliori per ottenere risultati soddisfacenti.

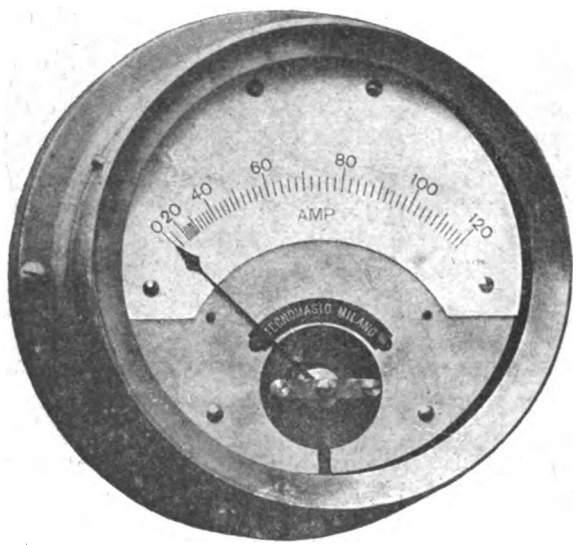


Fig. 2. — Istrumento elettromagnetico indicatore (modello normale da quadro).

Va però notato che tali determinazioni di carattere elettrico costituiscono la parte meno importante della costruzione di uno strumento elettromagnetico; le difficoltà meccaniche sono di gran lunga superiori, e si presentano nel loro insieme come il vero problema da studiare minuziosamente e da risolvere.

In uno strumento elettromagnetico, due sono le condizioni principali da soddisfare e da risolvere costruttivamente.

Prima, quella di dare allo strumento una sufficiente stabilità nelle sue indicazioni; seconda, quella dello smorzamento delle oscillazioni.

Per quanto si riferisce alla prima, lo strumento elettromagnetico è particolarmente indicato come apparecchio le cui indicazioni sono esenti da cause che possano con il tempo alterarne la precisione.

Digitized by Google

Peraltro, poichè l'azione motrice, diciamo così, in tali strumenti è funzione della distanza delle lamelle fisse e mobili, la quale distanza è sempre piccola, è necessario disporre le cose in modo che, nel complesso, lo strumento non possa presentare alterazioni nelle posizioni relative, le quali gradatamente influirebbero sulle indicazioni.

Il cómpito di risolvere queste difficoltà è lasciato al costruttore, il quale, oltre al proporzionare il consumo di energia nello strumento, in maniera che sia possibile mantenere una distanza alquanto grande fra le dette lamelle, dovrà anche curare che le medesime sieno così rigidamente assicurate da non poter presentare le benchè minime variazioni nel ripetersi delle singole posizioni rispettive che assumono nel funzionamento.

Uno strumento elettromagnetico, per quanto perfetto sotto ognuno dei punti presi in considerazione, si dimostrerebbe in pratica quasi assolutamente inadatto alle misurazioni correnti se non fosse provvisto di uno smorzamento adeguato.

Gli sforzi che azionano l'equipaggio di uno strumento elettromagnetico sono, in generale, molto piccoli in proporzione alla massa ed all'inerzia dello stesso equipaggio mobile, così questo è sempre particolarmente adatto ad assumere oscillazioni, sotto un impulso qualsiasi dovuto a variazioni di carico, ed è palese come dette oscillazioni possano, in generale, rendere impossibile una lettura accurata (fig. 3).

Lo smorzatore applicato allo strumento elettromagnetico che quì vedono funzionare, è ad aria, e come in generale tutti gli altri consimili, è costituito nelle sue parti essenziali da una pala di alluminio la quale si muove in una camera chiusa.

La compressione e rarefazione dell'aria nei due scomparti in cui resta divisa la scatola dalla pala, determina l'azione frenante. Varie forme hanno assunto questi smorzatori ad aria fino ad oggi, e lo scopo che si sono prefissi i costruttori è stato sempre quello di rendere ermetica, per quanto è possibile, la scatola in cui si muove la pala. Naturalmente qualunque fuga dell'aria serve a diminuire l'azione frenante (fig. 4).

Nella disposizione che è rappresentata dalla fig. 3, e che si riferisce allo smorzatore ad aria da me applicato, la pala è assicurata ad un cilindro coassiale con l'albero dell'equipaggio. Questo cilindro raggiunge lo scopo di chiudere la scatola, la quale presenta in tal guisa solamente le fughe inevitabili attraverso gli interstizi lasciati dalle parte mobili, le quali naturalmente non possono in nessun caso venire a contatto.

Digitized by Google

Questo spegnitore ad aria, stante la sua efficacia, a parità di azione frenante, è di dimensioni molto limitate, e conseguentemente pure di peso molto limitato.

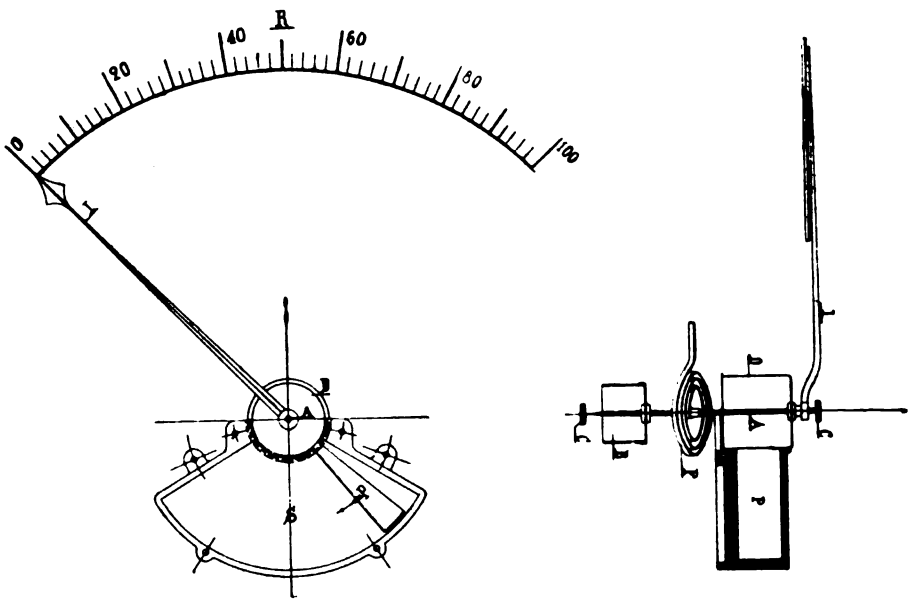


Fig. 3. — Schema dello smorzatore ad aria.

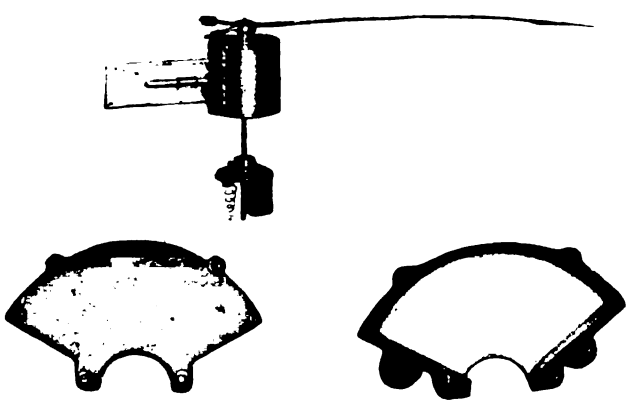


Fig. 4. — Equipaggio di un indicatore elettromagnetico con smorzatore.

Quest'ultimo fatto è di grande importanza per la conservazione dello strumento su cui è applicato, poichè, come è ovvio, la durata in perfetto stato delle punte esilissime che servono di perni alla

Digitized by Google

rotazione dell'equipaggio, è tanto maggiore quanto minore è il peso di quest' ultimo (figura 5).

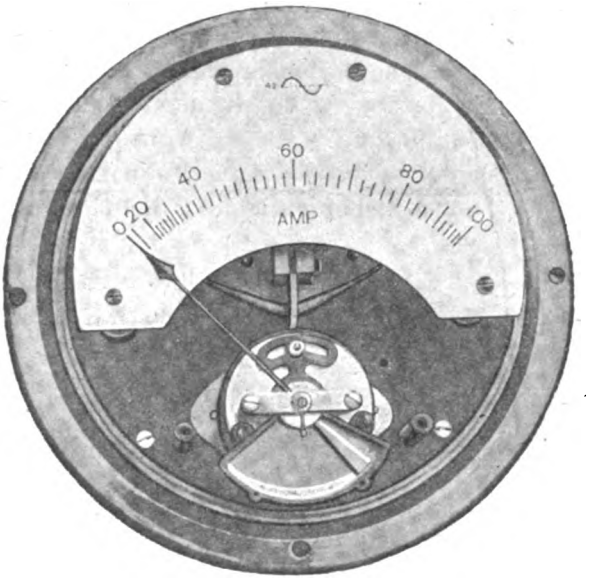


Fig. 5. — Istrumento elettromagnetico indicatore con smorzatore.

Lo spegnitore ad aria ha inoltre il grande vantaggio di presentare l' identico funzionamento in qualsiasi posizione comunque inclinata, ed inoltre di potersi applicare a strumenti anche di precisione, sui quali non sarebbe certamente possibile l'applicazione di un sistema di spegnimento il quale, anche menomamente, potesse presentare un'azione che non fosse per ogni posizione matematicamente definita.

Wattmetri indicatori.

Questi istrumenti sono semplici elettrodinomometri senza ferro. In tali istrumenti due sono le questioni che principalmente interessano il costruttore, e precisamente la graduazione e lo spegnimento.

In una disposizione elettrodinamometrica l'eccellenza delle qualità elettriche è indiscutibile, tutte le volte che siano seguìte le norme consuete e note per evitare cause perturbatrici.

Però è anche noto come tali strumenti raramente presentino una buona ripartizione della graduazione sul quadrante, da rassomigliare, sotto questo punto di vista, agli strumenti a corrente continua a magnete e bobine mobili del tipo Deprez d'Arsonval.

Alcuni modelli recenti ed a tutti noti, presentano soddisfatta questa condizione in modo direi quasi perfetto, però mi è parso che le esigenze di uno strumento ordinario da quadro non fossero tali

Digitized by Google

da giustificare il costo di una disposizione complessa e delicata, dove una più semplice, e quindi più economica, avrebbe potuto egualmente bene rispondere allo scopo (fig. 6).

La graduazione dello strumento che qui vedono funzionare è pressochè uniforme, e, fatta astrazione di artifici speciali, tale risultato è conseguenza solamente di una giusta proporzione degli avvolgimenti, fisso e mobile, i quali inoltre non mancano di presentare quelle facilità di costruzione, adattamento, ricambio, tanto necessarie nella pratica costruttiva del macchinario in genere.

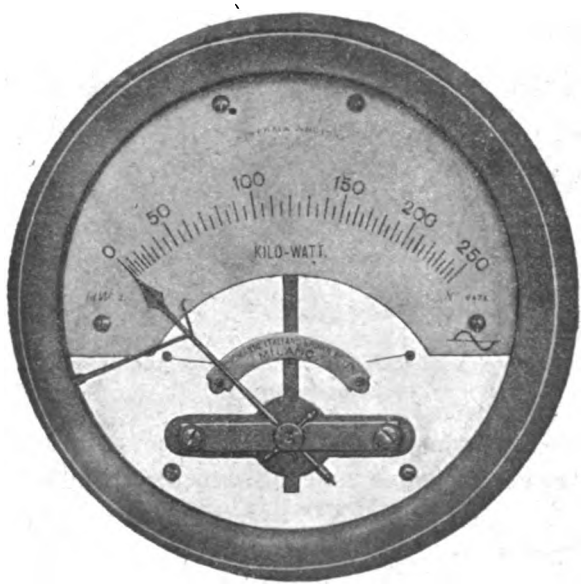


Fig. 6. — Wattmetro indicatore (modello normale da quadro).

Per ciò che concerne lo spegnimento, tale modello di wattmetro indicatore è provvisto di uno smorzatore doppio, di dimensioni, per ogni metà uguali a quello che è applicato negli strumenti elettro-magnetici. Tale raddoppiamento è giustificato dal maggior peso dell'equipaggio mobile, e conseguentemente dalla maggiore coppia torcente che agisce su questo per ottenere sempre lo stesso grado di errore per gli attriti nelle letture.

Tale istrumento quindi, benchè sia destinato in principal modo alle misurazioni ordinarie da quadro, è tuttavia uno strumento di precisione, poichè di tali strumenti ha tutte le caratteristiche essenziali.

Istrumenti ad induzione per stazione centrale.

Le dimensioni, d'ordinario molto grandi, di questi apparecchi, nei diversi modelli in cui di solito sono eseguiti, sia con quadrante illuminato o meno, portano di conseguenza un equipaggio molto pesante con un'inerzia, in proporzione, pure molto grande.

Digitized by Google

Riferendomi ora unicamente ai modelli per corrente alternativa, ho ritenuto molto conveniente dal lato pratico e costruttivo, costruire detti modelli sul principio degli strumenti ad induzione, ossia a campo Ferraris.

La semplicità ideale dell'equipaggio mobile di questi istrumenti, il quale si riduce ad un semplice disco di alluminio relativamente leggero, che non può dar luogo a deformazioni, è certamente una qualità molto attraente per il costruttore (fig. 7).

Però va qui osservato che alle ottime qualità meccaniche di detti istrumenti si aggiunge un difetto abbastanza grave elettricamente; voglio riferirmi alla dipendenza delle indicazioni di detti istrumenti dalla temperatura ambiente.

Tralasciando per ora ogni considerazione riguardante la variazione delle indicazioni di detti istrumenti dalla frequenza e dalla forma della curva, che entrano in linea molta secondaria, si ha in questi istrumenti un errore dipendente dalle variazioni che subisce la resistenza elettrica del disco e quella dei circuiti secondari che determinano il campo ruotante, a seconda delle variazioni della temperatura ambiente, ad esempio dall'estate all'inverno.

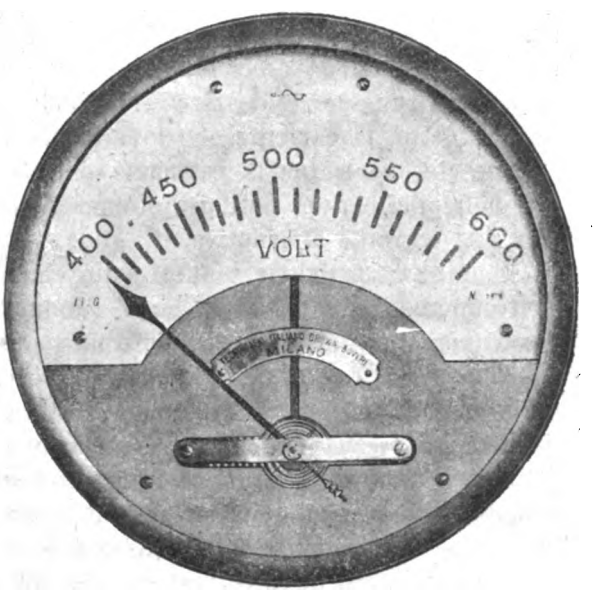


Fig. 7. — Woltmetro ad induzione (modello grande per stazione centrale).

Per rendersi conto in maniera intuitiva del fatto, si consideri un contatore ad induzione, nel quale, come è noto, un disco di alluminio è posto in rotazione da un campo rotante e si muove fra le espansioni di un magnete permanente.

In tale apparecchio la lettura, o meglio dire la quantità che corrisponde ad ogni valore del carico, è la velocità del disco.

Questa velocità è funzione del rapporto fra l'azione motrice degli avvolgimenti che determina il campo Ferraris e quella frenante

Digitized by Google

del flusso degli stessi avvolgimenti, più quello del magnete permanente.

Poichè queste azioni sono funzioni nello stesso grado della resistenza del disco, risulta che qualunque variazione percentuale questa subisca, la velocità di rotazione si mantiene costante e le indicazioni sono esatte.

Consideriamo invece lo stesso apparecchio ridotto indicatore; per una simile trasformazione occorrerà solamente provvedere di un indice il disco, disponendo che il medesimo si muova di fronte ad un quadrante, e poi sottoporre lo stesso disco all'azione antagonista di una molla o di un peso. E ciò è quanto effettivamente si fa in pratica.

In tali condizioni abbiamo che, mentre l'azione torcente dipende ancora dalla resistenza del disco, e, se si vuole, anche da quella di altri circuiti sussidiari, quella antagonista è costante, ossia indipendente dalla temperatura ambiente.

Da questa disparità di comportamento delle due azioni, motrice ed antagonista, nascono le perturbazioni notevoli che si riscontrano nelle indicazioni di tali apparecchi in funzione della temperatura ambiente.

Se lo strumento indicatore ad induzione è un amperometro od un voltmetro, la corrente che lo attraversa è unica ed il campo rotante che determina la rotazione del disco è ottenuto con uno dei molteplici artifici noti per ottenere campi spostati di fase con una sola corrente alternativa.

In questa condizione, tenuto conto che malgrado la presenza di elettromagneti con nuclei di ferro, l'induttanza degli avvolgimenti non è mai molto grande di fronte alla resistenza ohmica, avviene che una variazione di quest'ultima in uno dei circuiti induttivi può portare una conseguente alterazione della coppia torcente. Aggiungasi a questa causa di errore la variazione di resistenza del disco, il quale è sempre di alluminio, e si riconosce facilmente che il coefficiente di temperatura complessivo dello strumento ha quasi sempre un valore praticamente intollerabile. Qui va osservato che la costruzione di un disco di altro metallo anzichè di alluminio, e con coefficiente di temperatura piccolo o nullo, non è meccanicamente consigliabile per il peso enorme dell'equipaggio che ne risulterebbe, ed elettricamente è pure da escludersi per la conseguente diminuzione della sensibilità dello strumento.

Il modello che qui vedono funzionare è, si può dire, compensato, vale a dire ha le sue indicazioni indipendenti dalla temperatura ambiente.

Digitized by Google

Senza indugiarmi in minuti particolari, dirò che la detta compensazione è stata ottenuta disponendo gli avvolgimenti che determinano la coppia motrice in tal guisa, che nel loro complesso si comportano come uno strumento differenziale, e l'efficacia dei singoli avvolgimenti è determinata per modo che la loro differenza, la quale rappresenta la coppia motrice risultante, ha, rispetto alla temperatura, un coefficiente di temperatura negativo uguale a quello del disco.

In tali condizioni, ad un aumento percentuale della resistenza del disco, e quindi ad una corrispondente diminuzione percentuale delle correnti in esso indotte, si contrappone un uguale aumento percentuale del flusso agente, e quindi la coppia torcente torna ad avere il suo valore normale.

I risultati ottenuti praticamente con la detta disposizione sono stati buoni anche per forti variazioni di temperatura, come solo eccezionalmente si possono riscontrare negli ambienti dove gli istrumenti sono di solito installati.

In tali apparecchi l'azione frenante è ottenuta mediante un magnete permanente il quale, con le sue espansioni polari, abbraccia lo stesso disco che costituisce l'equipaggio mobile.

In tali istrumenti l'equipaggio mobile ha un peso circa sei volte superiore a quello degli strumenti elettromagnetici indicatori, ed una coppia torcente che è circa venti volte maggiore.

Amperometro termico registratore.

In questo istrumento, come in generale in tutti gli istrumenti calorici, per misurazioni elettriche si trae profitto della dilatazione di un conduttore che si riscalda al passaggio della corrente da misurare (fig. 8).

Uno strumento registratore è sempre uno strumento indicatore, il quale compie in più l'ufficio di tracciare in una maniera qualsiasi una linea che rappresenta l'andamento del carico.

La costruzione di un registratore si presenta quindi solamente sotto l'aspetto della costruzione di un apparecchio indicatore, nel quale, però, gli sforzi che sono in giuoco sono considerevolmente aumentati. Qui giova rammentare che il rapporto fra il lavoro che compie uno strumento registratore, di fronte ad un indicatore, varia intorno a 1000 e 1500.

Il sistema che si applica nella costruzione di un apparecchio registratore, deve permettere di eseguire il detto lavoro con un con-

Digitized by Google

sumo relativamente limitato di energia, sempre soddisfacendo a tutte le altre condizioni che caratterizzano tali istrumenti.

Il fenomeno della dilatazione di un conduttore che si riscalda quando è attraversato da una corrente elettrica, è forse quello che permette il passaggio più diretto ed in maniera più economica da un valore della corrente stessa, ad un corrispondente valore di uno spostamento meccanico.

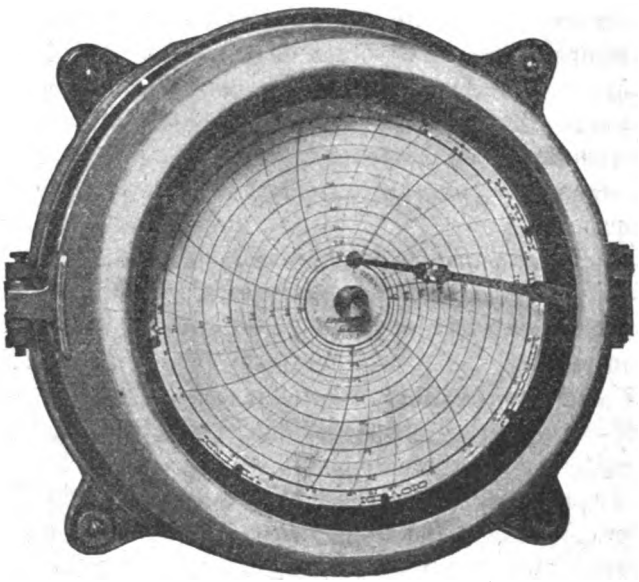


Fig. 8. — Amperometro termico registratore (modello normale da quadro).

Uno strumento che riposa quindi su di un tale principio è, in generale, uno strumento il quale consuma poca energia per il suo funzionamento; tutte le volte che si consideri a sè, indipendentemente dalle parti accessorie che sono necessarie sovente in pratica per adattarlo a tutte le diverse sensibilità. In un tale istrumento però il lavoro meccanico è definito da due fattori: forza e spostamento, di cui il primo è grandissimo, ed il secondo estremamente limitato.

Questa circostanza implica la necessità di trovare un dispositivo meccanico il quale permetta di riportare gli stessi fattori in proporzioni adeguate agli sforzi ed agli spostamenti realmente utilizzabili in uno strumento.

Vari sono stati i mezzi meccanici suggeriti per raggiungere questo scopo, ed io stesso ho avuto occasione, anni addietro, di suggerirne uno, il quale ha dato luogo alla costruzione di apparecchi termici che sono tuttora correntemente applicati nella pratica.

Il dispositivo di cui traggo profitto nel modello di registratore che qui vedono funzionare, è noto. In esso si ha un triangolo deformabile, di cui un lato è rappresentato dal conduttore che si dilata al passaggio della corrente da misurare.

Digitized by Google

La variazione di lunghezza di questo lato determina lo spostamento di un vertice in misura grande, direi quanto si vuole, in rapporto alle proporzioni del triangolo.

La caratteristica del mio strumento è quindi puramente costruttiva, e riflette la disposizione che permette la deformabilità del triangolo senza consumo di energia per attriti, malgrado che in esso siano in giuoco sforzi considerevoli dell'entità di 5 a 10 kg. (fig. 9).

Il conduttore *c*, che si dilata al passaggio della corrente, è assicurato a due molle flessibili *M-M*, di cui la prima è sostenuta dal supporto *C* e la seconda fa capo al braccio rigido *D*, il quale è, a sua volta, provvisto all'altra estremità di una molla piana *N*, assicurata al supporto *F*. Il braccio *R* è sollecitato dalla molla *V*, la quale tende a farlo ruotare verso il basso.

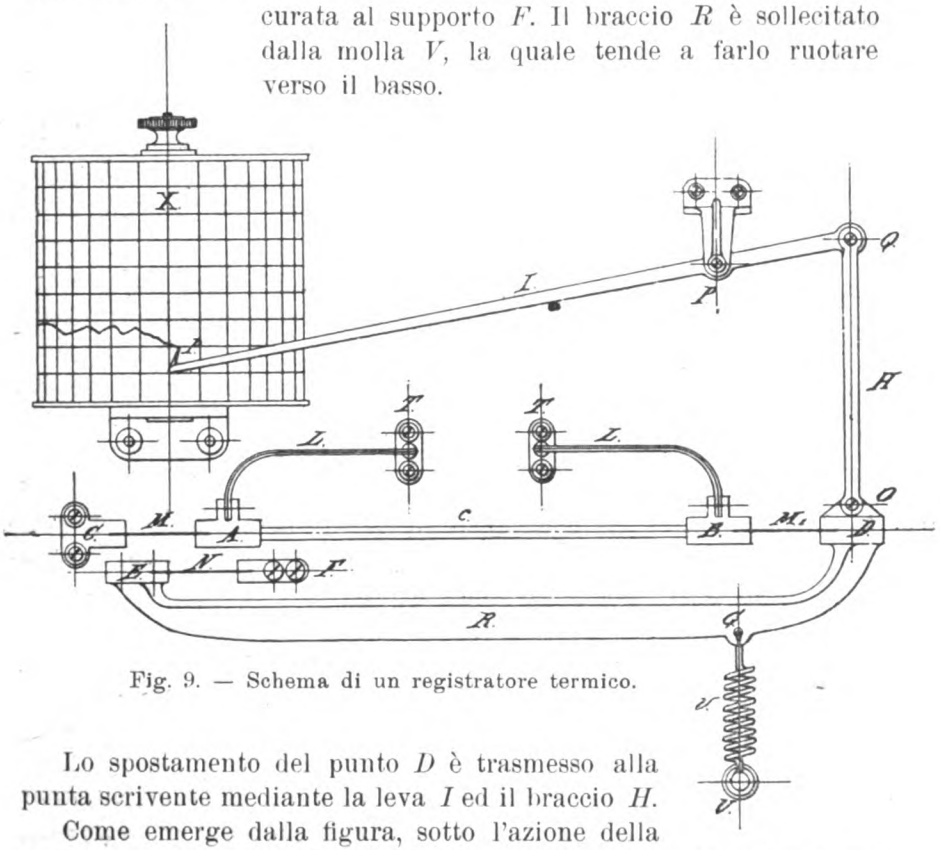


Fig. 9. — Schema di un registratore termico.

Lo spostamento del punto *D* è trasmesso alla punta scrivente mediante la leva *I* ed il braccio *H*.

Come emerge dalla figura, sotto l'azione della molla, tutte le altre molle: *M*, *M* ed *N*, si dispongono pure in tensione.

La corrente da misurare arriva in *T* e *T*, e mediante i conduttori flessibili *L-L*, si porta alle estremità del conduttore dilatabile *e*.

Ogni allungamento di questo conduttore si traduce in una rotazione del braccio *R* attorno all'asse d'inflessione della molla *N*, e conseguentemente si traduce in un abbassamento del punto *O*.

Digitized by Google

Questo spostamento del punto *O* è trasmesso all'indice; va qui osservato che nella disposizione indicata nel disegno si hanno elementi da mettere a profitto per la correzione della graduazione che risulta per lo strumento.

Questa, se si svolgesse con legge proporzionale all'allungamento del filo, e se questo fosse esattamente proporzionale alla quantità di calore sviluppata dalla corrente, seguirebbe esattamente la legge dei quadrati.

Una tale legge, se è conveniente in alcuni casi speciali, non lo è, in tesi generale, per gli amperometri registratori, nei quali, quindi, è necessario ricorrere a qualche artificio per la correzione della graduazione, riavvicinandola, per quanto è possibile, a quella uniforme.

Le dimensioni del triangolo, nel rapporto reciproco delle lunghezze dei singoli lati, la lunghezza del braccio *H*, in rapporto alla posizione del punto *P*, sono in questo istrumento elementi adatti per produrre un'alterazione molto grande nella graduazione, la quale, come vedono nei diagrammi qui esposti, si presenta rispondente ai bisogni della pratica.

Come ho già detto, in questo istrumento gli sforzi che sono in gioco sono molto grandi; la tensione del conduttore che si dilata è, ad esempio, di kg. 5 circa. Ne consegue una eccezionale sicurezza negli spostamenti della punta scrivente, una grande solidità nelle singole parti.

Devo qui far rilevare che il concetto che mi guidò nello studio di questo apparecchio, fu soprattutto quello di ottenere un registratore il quale fosse particolarmente adatto come istrumento di controllo nelle installazioni ordinarie, e quindi presentasse tutti i requisiti necessari per potersi lasciare a sè, senza sorveglianza, senza bisogno di manovre speciali di ricarica dell'orologio o rifornimento dell'inchiostro, anche piombare, lasciandolo in tali condizioni una settimana ed anche un mese, e tuttavia avere in questo lungo periodo un diagramma chiaro, nitido e di facile interpretazione delle variazioni del carico.

Naturalmente tutte le condizioni sopra enunciate sono, oltre che conseguenza della solidità necessaria in un apparecchio di tale genere, soprattutto della aperiodicità dello strumento.

Non è concepibile uno strumento registratore che rimane sotto piombo per una settimana, in un circuito con grandi e frequenti variazioni del carico, il quale non sia eccezionalmente aperiodico. Uno strumento che non fosse tale, naturalmente darebbe luogo ad

Digitized by Google

un diagramma che figurerebbe come una striscia d'inchiostro della larghezza delle oscillazioni più frequenti, la quale richiederebbe sempre un apprezzamento molto personale per dedurre un criterio sull'andamento del carico.

Nel mio istrumento termico, questa operazione di eseguire una media del carico è automaticamente eseguita dallo strumento stesso, nel quale, come consegue dalla massa del filo dilatabile, le variazioni degli allungamenti non seguono di pari passo le variazioni delle quantità di valore prodotte dal filo, ma vi tengono dietro con un ritardo, attenuandone tutte le punte istantanee, in maniera che il diagramma risulta regolare e preciso.

I diagrammi che qui sono in esame, i quali rappresentano le variazioni del carico in ampere, della rete dello stabilimento del Tecnomasio Italiano Brown Boveri, attestano fedelmente l'andamento del carico in un diagramma, che, malgrado le frequentissime e forti oscillazioni, si presenta chiaro e di facile interpretazione.

Questo istrumento è sempre un amperometro per l'intensità di 15 amper, con una caduta di 0.4 volt, e quindi con un consumo interno di 6 watt.

Anche nell'impiego come voltmetro, nel diagramma che ne risulta, malgrado la grande aperiodicità, sono rese manifeste tutte le più piccole variazioni di tensione.

In tale applicazione, lo strumento se funziona con corrente alternativa, è provvisto di trasformatori di tensione.

L'aperiodicità di questo istrumento, e direi piuttosto la sua lentezza, è funzione, naturalmente, della massa del conduttore dilatabile. Ho avuto occasione di costruire ed installare modelli più pronti e modelli più lenti; i primi impiegavano circa 10 secondi per compiere tutto il quadrante, ed avevano il conduttore dilatabile sotto forma di nastro; i secondi impiegavano circa 20 minuti primi, ed avevano lo stesso conduttore sotto forma di una sbarra di mm. 5 di diametro.

Le differenti costruzioni rispondono alle applicazioni pure differenti, richieste in pratica (fig. 10).

Voglio in ultimo far rilevare che questo istrumento, la cui eccezionale solidità è garanzia sicura di un perfetto e duraturo funzionamento meccanico, è inoltre provvisto di un dispositivo molto semplice, il quale permette a chiunque di correggerne la sensibilità e la taratura tutte le volte che, per una causa qualunque, si riconoscesse un errore percentuale nella indicazione. La manovra di questo dispositivo, chiamato *morsetto di taratura*, serve ad alterare

Digitized by Google

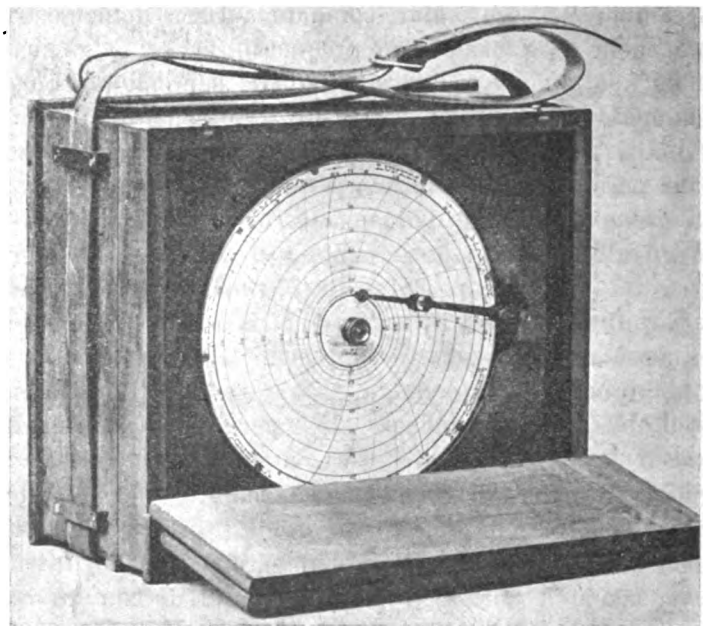


Fig. 10. — Amperometro termico registratore (modello portatile).

dentro certi limiti, in maniera facile, la resistenza interna dello strumento, e quindi a variarne, pure dentro certi limiti, la sua sensibilità.

Wattmetro trifase registratore.

La costruzione dei wattmetri registratori presenta difficoltà, soprattutto per quanto riguarda la coppia torcente, d'ordinario relativamente debole, che presentano tali istrumenti.

In uno strumento registratore, quando è stabilita l'ampiezza del diagramma che si desidera e l'approssimazione in frazione percentuale che si richiede nelle indicazioni, resta definita la potenza, dirò così, dello strumento, vale a dire la quantità di lavoro che il medesimo deve compiere nello spostamento della punta scrivente dallo zero al massimo.

Determinato questo valore, il problema si riduce alla costruzione di un apparecchio capace di sviluppare gli sforzi sufficienti a compiere detto lavoro con il minor consumo di energia negli avvolgimenti, ed avendo soprattutto presenti le altre molteplici condizioni

Digitized by Google

cui deve soddisfare un wattmetro indicatore o registratore, perchè risponda allo scopo (fig. 11).

Il caso che ci interessa si riferisce alle condizioni più complesse di un sistema trifase, quando, cioè, il carico è qualunque, comunque distribuito sulle diverse fasi.

Il metodo di misurazione che s'impiega in tali casi è quello così detto dei due wattmetri, il quale consiste nell'inserire contemporaneamente, nella maniera opportuna, due wattmetri monofasi e sommarne in ogni istante le letture eseguite simultaneamente.

Un apparecchio che deve servire per la misura dell'energia in un sistema trifase comunque caricato, deve, in generale, riassumere nel suo complesso due wattmetri monofasi, le cui azioni sono meccanicamente sommate su di uno stesso albero provvisto di indice o di punta scrivente.

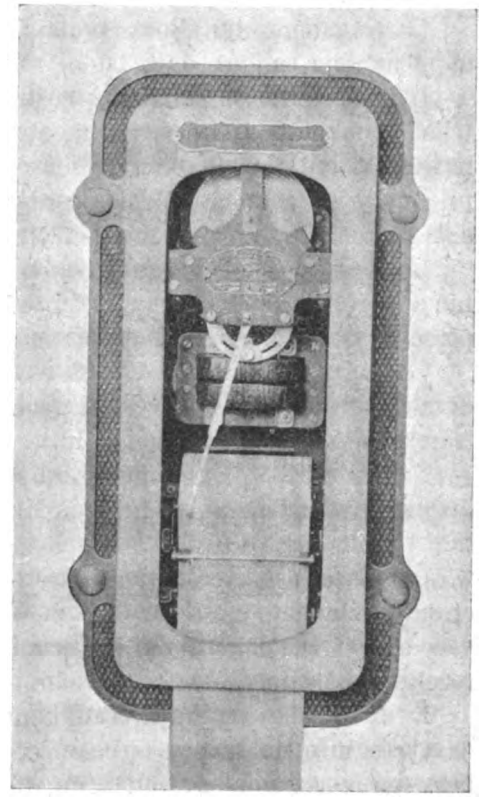


Fig. 11. — Wattmetro trifase registratore (modello affondato nel quadro).

Alle condizioni cui deve soddisfare un wattmetro monofase un'altra se ne aggiunge per il wattmetro trifase per carichi qualunque, ed è quella che i due wattmetri monofasi, le cui azioni meccaniche in ogni istante devono sommarsi, siano poi perfettamente indipendenti nel loro comportamento elettrico, cioè che non vi sia la menoma perturbazione dell'un wattmetro sull'altro.

È poi sottinteso che un tale istrumento deve avere indicazioni esatte per qualsiasi oscillazione della tensione, per qualsiasi valore del cos γ della linea, ed inoltre sarebbe cosa pure alquanto pregevole che le indicazioni fossero indipendenti dalla frequenza della corrente. Or sono tre anni, in questa stessa sala io ho avuto occasione di presentare un altro mio wattmetro trifase registratore nel quale tutte le questioni principali riferentesi al funzionamento elettrico intrin-

Digitized by Google

seco dello strumento erano in maniera perfetta risolte, nel senso che si era girato il problema nel suo lato più importante. Allora mi posi il problema in questi termini.

Dato un wattmetro consistente in uno o più elettrodinamometri le cui azioni si sommano su di un unico asse e la cui energia è insufficiente per eseguire una qualsiasi registrazione, costruire un apparecchio sussidiario che comandato dal primo possa tracciare con sicurezza un diagramma degli sforzi che nel primo si manifestano.

In tali condizioni, il problema, fatta astrazione delle difficoltà incontrate per stabilire in maniera sicura e precisa il legame elettrico fra l'elettrodinamometro e l'apparecchio sussidiario, si riduceva alla costruzione di quest'ultimo.

La soluzione che allora studiai, e che fu ed è tuttora largamente applicata, ha sempre dato buoni risultati.

L'apparecchio sussidiario è costituito da un piccolo motore elettrico, alimentato indipendentemente con corrente continua od alternativa, la cui rotazione in un senso o nell'altro e l'arresto sono definite dallo spostamento di un contatto dipendente dagli sforzi che agiscono negli avvolgimenti dell'elettrodinamometro.

Lo stesso problema è stato risolto nello strumento che qui vedono funzionare in una maniera differente e più diretta. In questo caso, posso dire che la questione fu posta così.

Costruire un wattmetro trifase registratore per carico qualunque di tale energia, che sia capace di tracciare direttamente il diagramma, trascinando con sicurezza la punta scrivente sulla carta.

Naturalmente, la soluzione era subordinata a tutte le altre condizioni elettriche che definiscono il funzionamento regolare di un tale istrumento.

In questo caso, cioè, tutte le questioni che nel mio primo wattmetro erano prima state messe in disparte e girate con artificio, hanno invece costituito l'oggetto più importante dello studio. In un tale apparecchio in compenso si è eliminato qualsiasi apparecchio sussidiario.

È ovvio che un apparecchio, una macchina, in generale, che deve eseguire un lavoro meccanico, non può funzionare senza assorbire una corrispondente quantità di energia che sarà più o meno grande, a seconda del rendimento della trasformazione.

Nella costruzione degli strumenti elettrici registratori, la pratica ha dimostrato il poco favore che incontrano le soluzioni troppo complesse, e che per l'economia non giustificata di pochi watt, riposano su princpî e disposizioni, la cui realizzazione ed il cui funzionamento presentano tutti i caratteri di una delicatezza estrema.

Digitized by Google

In una centrale, nessuno ha mai creduto di doversi preoccupare del consumo di una lampadina ad incandescenza da 16 candele, che viene installata e lasciata continuamente accesa dove la necessità lo richiede.

E qui possiamo domandarci perchè mai l'economia di questi pochi watt, e di una parte di essi dovrebbe formare lo scopo principale del costruttore di un wattmetro registratore, a costo magari che lo strumento che ne risulta abbia un funzionamento delicato e quindi di regolarità e durata molto dubbie.

Io già nel mio primo wattmetro credetti opportuno di non rifiutare ciò che in pratica nessuno avrebbe preso in considerazione, e non esitai a costruire un apparecchio, il quale, complessivamente, fra lo strumento propriamente detto ed il motore, consumasse in media poco più di 100 watt.

Il favore incontrato in pratica dal mio istrumento malgrado ciò, in raffronto ad altri, diremo così, a consumo ridotto, fu in seguito la migliore prova dell'approvazione generale della mia determinazione.

In quel primo modello, come ho accennato, il consumo era ripartito fra lo strumento propriamente detto, costituito da due elettrodinamometri inseriti sulle due fasi di linea, ed il motorino alimentato con una sorgente qualunque.

Nel modello che qui vedono funzionare, lo stesso consumo è solamente nello strumento, negli elettrodinamometri, i quali hanno in conseguenza assunto dimensioni maggiori e originato sforzi più considerevoli.

Per avere un'idea dell'ordine di grandezza degli sforzi che agiscono in questi istrumenti, dirò che la coppia torcente massima, al fondo della graduazione, varia, secondo i casi, da 2000 a 3000 volte quella degli strumenti elettromagnetici indicatori.

Con tali valori è assicurato in ogni caso un funzionamento perfetto senza il minimo scarto dovuto all'attrito.

La disposizione delle parti di questo strumento si vede indicata nella figura schematica che qui presento (fig. 12).

I due vattmetri monofasi sono identici ad ognuno di questi è un elettrodinamometro con un avvolgimento in serie *A* ed uno in derivazione *d*.

Un nucleo magnetico di ferro laminato serve di guida al flusso principale dell'avvolgimento in serie, il quale è diretto nell'interno secondo l'asse orizzontale e ritorna lungo i lati pure orizzontali del nucleo. Il flusso invece dell'avvolgimento in derivazione segue il nucleo circolarmente in una sola direzione.

Digitized by Google

Il nucleo nella direzione dell'asse orizzontale presenta un grande interferro, il quale non costituisce una resistenza al circuito magnetico nel senso che è seguìto dal flusso principale, poichè le linee di

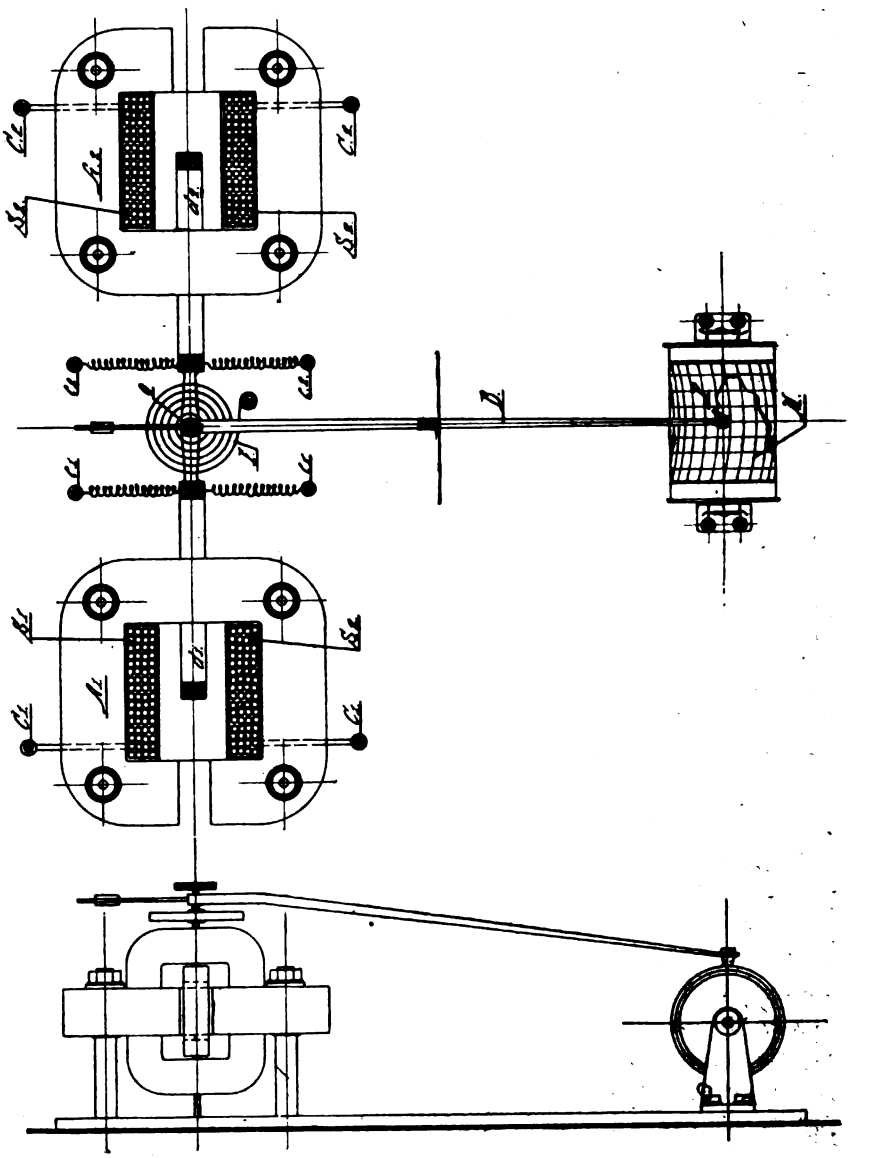


Fig. 12. — Schema di un wattmetro trifase registratore.

quest'ultimo nella direzione dell'asse orizzontale si dividono per ritornare lateralmente, ma invece costituisce una notevole resistenza per il flusso dell'avvolgimento in derivazione.

Digitized by Google

La resistenza che incontrano le linee del campo principale è definita invece principalmente dallo spessore d'aria che esiste internamente al nucleo da una parte all'altra; all'esterno dell'avvolgimento questa resistenza è piccolissima e le linee magnetiche trovano un ritorno facile e quindi la loro dispersione è minima.

Ne risulta che il nucleo magnetico, disposto come si vede in figura, raggiunge tre scopi, quello di convogliare, guidare il flusso principale, quello di guidare il flusso dell'avvolgimento in derivazione, ed infine di evitare la dispersione delle linee magnetiche nello spazio circostante.

Quest'ultimo scopo, il quale praticamente è raggiunto in maniera ottima, permette di disporre in vicinanza del primo wattmetro monofase di sinistra, l'altro, quello di destra, il cui comportamento

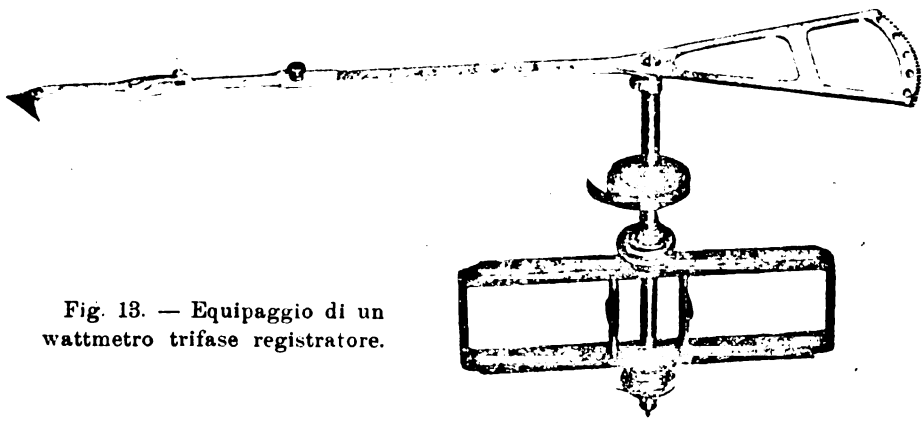


Fig. 13. — Equipaggio di un wattmetro trifase registratore.

risulta per ciò, nelle azioni magnetiche reciproche dei suoi avvolgimenti, perfettamente indipendente.

La grande prevalenza della resistenza magnetica dell'aria nel circuito del flusso principale prodotto dall'avvolgimento in serie assicura una perfetta proporzionalità dell'induzione in un punto di detto circuito all'azione magnetizzante, condizione questa indispensabile al regolare funzionamento di un wattmetro qualunque.

L'interferro, secondo l'asse orizzontale del nucleo, aumenta considerevolmente la resistenza del circuito magnetico percorso dalle linee dell'avvolgimento in derivazione, riducendo ad un valore insignificante e trascurabile la caduta induttiva nel medesimo in rapporto alla tensione di linea, quindi rendendo trascurabile l'errore che ne deriverebbe per lo spostamento di fase fra la corrente derivata e la tensione (fig. 13).

Digitized by Google

Va inoltre notato che il comportamento del nucleo magnetico per rapporto all'avvolgimento principale, raggiunge anche l'altro scopo di una notevole economia nel rame e quello di diminuire pure considerevolmente la caduta induttiva nel medesimo.

Questa disposizione è stata oggetto di studi sperimentali per quanto si riferisce alla proporzione rispettiva delle singole parti, poichè è appunto dal giusto insieme di queste che lo strumento senza artifici apparenti presenta nel suo complesso le qualità notevoli riscontrate in pratica.

Fra queste faccio rilevare la regolarità delle divisioni, le quali sono distribuite con legge uniforme per tutta l'ampiezza di 150 millimetri del diagramma; questo quindi è di possibile e facile integrazione.

In un tale apparecchio, dove sia la coppia torcente e l'inerzia dell'equipaggio sono enormemente più grandi che negli strumenti indicatori, la difficoltà dello spegnimento assumeva un carattere speciale.

La disposizione adottata si è dimostrata praticamente rispondente allo scopo, accompagnando la sua eccezionale efficacia ad una delicatezza di comportamento estremo, quale si conviene per il regolare funzionamento dello strumento.

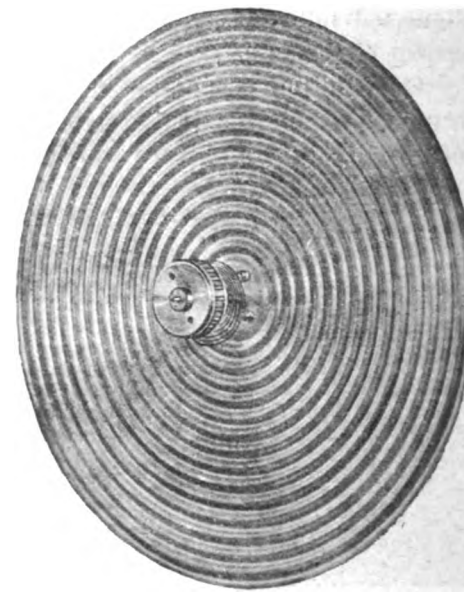


Fig. 14. — Disco del freno con pignone.

La piccolezza dell'angolo di rotazione dell'equipaggio avrebbe reso inefficace qualunque smorzatore ad azione diretta, vale a dire applicato direttamente sullo stesso albero, che porta la punta scrivente.

Ho quindi ricorso all'applicazione di un disco di Farady di alluminio, che ruota fra le espansioni di due magneti permanenti, e posto in rotazione mediante dentiera e pignone dall'equipaggio stesso (fig. 14).

All'ampiezza della graduazione corrisponde un giro completo del disco di Farady.

Qui va osservato che questa disposizione meccanica, apparentemente adatta a presentare resistenze passive, in realtà non cagiona

Digitized by Google

il benchè minimo errore, la benchè minima difficoltà nel libero movimento della punta scrivente.

Questo risultato notevole è conseguenza della particolare dentatura della dentiera in rapporto alle dimensioni del pignone a lanterna coassiale con il disco e della perfetta equilibratura di questo ultimo.

L'inerzia del disco, oltre all'azione frenante esercitata dei magneti, è di efficace contrasto alle impulsioni che riceve l'equipaggio per le variazioni del carico. Ne risulta un funzionamento tranquillo e regolare, in cui tutte le oscillazioni del carico sono seguìte fedelmente senza alterazione alcuna dovuta ad oscillazioni proprie dell'equipaggio, e, secondo che è richiesto in casi speciali, l'aperiodicità può ridursi ad una vera lentezza, la quale servirebbe a trascurare nella tracciatura del diagramma tutte le punte dovute a variazioni troppo repentine e momentanee del carico.

Il valore delle proprietà elettriche e meccaniche di questi istrumenti è stato, nei casi più anormali e complessi, con basse ed alte tensioni, dimostrato dai risultati conseguiti in un numero considerevole di applicazioni pratiche.

Kilowattmetro universale.

Ho creduto giustificato questo nome per lo strumento che qui vedono funzionare, il quale, oltre che indicare in ogni istante il valore del carico e tracciarne un diagramma, ne eseguisce anche l'integrazione (fig. 15).

Questo apparecchio riassume quindi tutte le funzioni di un apparecchio wattometrico, e tali funzioni sono compiute nel caso più complesso di un sistema trifase con carico qualunque sulla linea.

In aggiunta poi a queste proprietà si ha l'altra che l'integrazione del carico può essere totale, nulla o parziale.

E con ciò intendo di dire che l'apparecchio integratore applicato al wattmetro registratore permette l'integrazione della totalità del carico registrato dallo strumento, oppure di una sola parte di questo, a cominciare da un certo valore in avanti.

In questo caso, l'integrazione è limitata al sovraccarico, vale a dire a quell'area della curva tracciata e racchiusa fra la linea superiore e la base quando questa è trasportata in avanti di una quantità qualunque fra zero e la portata massima.

Infine, poi, lo strumento integratore può disporsi per rimanere costantemente in riposo.

Digitized by Google

L'apparecchio integratore è indipendente dal wattmetro, e potrebbe, in tesi generale, essere applicato ad uno strumento qualunque.

Nel caso attuale è applicato ad un wattmetro trifase registratore del sistema da me prima descritto, e lo strumento che complessivamente ne risulta serve quindi all'integrazione del carico di una linea trifase comunque caricata.

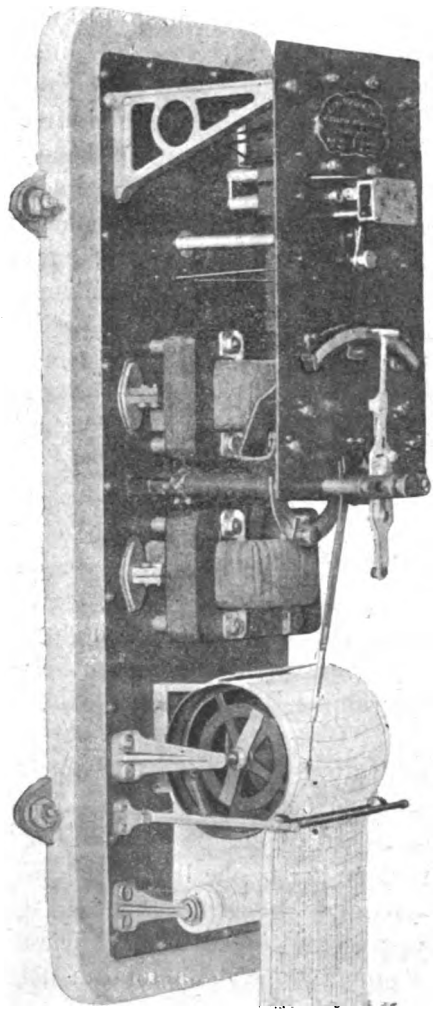


Fig. 15. — Wattmetro universale (senza custodia).

Il collegamento elettrico che stabilisce la relazione fra gli strumenti registratori e quello integratore serve solo a variare la velocità di quest'ultimo in relazione al carico misurato dal primo.

L'apparecchio integratore è completamente indipendente dalle azioni che definiscono il movimento del wattmetro registratore, nel senso che l'azione elettrica che determina la velocità dell'apparecchio integratore non ha alcun rapporto con le azioni elettriche che definiscono il carico della linea.

Ne risulta che l'integratore è un apparecchio che dà l'integrazione degli spostamenti della punta scrivente del registratore, indipendentemente dalle azioni che determina questi spostamenti, così che l'integrazione avrebbe luogo anche se al posto delle azioni elettriche si usufruttuisse di un'azione meccanica qualunque per imprimere dei movimenti alla punta scrivente (fig. 16).

Nella figura riportata è indicato schematicamente la disposizione delle singole parti che costituiscono l'apparecchio integratore.

Nella stessa figura lo strumento è indicato accoppiato ad un wattmetro monofase, ma ciò per semplicità di disegno, poichè il funzionamento del medesimo è indipendente dalla natura dell'apparecchio elettrico di misura cui è applicato.

Digitized by Google

Esso consiste nelle sue parti essenziali in un contatore ad induzione, cioè a dire a Campo Ferraris, con la sola differenza che non ha il circuito amperometrico e funziona solamente con la tensione ed inoltre non ha il magnete permanente, che d'ordinario determina l'azione frenante.

È quindi ridotto semplicemente ad un disco di alluminio che ruota fra le espansioni di un elettromagnete a corrente alternativa, alimentato con la tensione di linea.

Sono noti a tutti i molteplici artifici che si possono impiegare praticamente per ottenere con una sola corrente alternativa più correnti spostate di fase fra di loro, ed in generale come con una sola corrente alternativa sia possibile produrre campi ruotanti o viaggianti, i quali sono atti a trasportare in movimento una massa metallica conduttrice posta nel loro mezzo.

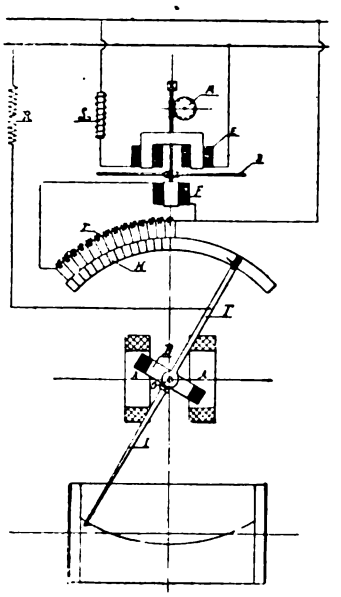


Fig. 16. — Schema di un wattmetro universale.

Basterebbe, ad esempio, derivare dalla stessa tensione due circuiti, uno provvisto di grande resistenza induttiva, e l'altro di grande resistenza ohmica per ottenere campi sufficientemente spostati di fase per dar luogo ad un campo rotante. Se i due circuiti alimentano due elettromagneti e fra questi si trova un disco libero di ruotare attorno ad un asse, questo è trasportato in movimento.

In una tale disposizione è evidente che lo stesso flusso degli elettromagneti alternativi può determinare, contemporaneamente all'azione motrice per effetto del campo ruotante, un'azione frenante per effetto delle correnti indotte che si sviluppano con la rotazione del disco.

Ed è pure evidente che, proporzionando sufficientemente il valore del flusso che traversa il disco e che determina in principal modo l'azione frenante in rapporto all'entità della coppia torcente dovuta al campo ruotante, è sempre possibile e facile riportare un apparecchio siffatto ed avere tutte le costanti di un buon contatore ad induzione provvisto di magnete permanente di freno.

In tali condizioni si verifica questa relazione fra la coppia motrice e quella resistente, che, cioè, entrambe sono funzione dello stesso grado della tensione di linea, e precisamente, tanto l'una quanto l'altra variano secondo i quadrati della tensione che alimenta i singoli circuiti.

Digitized by Google

Ne consegue che, poichè la velocità di rotazione dipende dal rapporto di queste azioni, le quali variano nella stessa misura con la tensione, la velocità del disco del contatore è indipendente, per una data disposizione dei circuiti, dal valore dell'unica tensione che lo alimenta.

E difatti, un tale apparecchio inserito in circuito assume una velocità che si mantiene costante, anche per variazioni molto forti della tensione, come sarebbe riducendo quest'ultima alla metà o raddoppiandola.

In tali condizioni, la velocità di rotazione, la quale è indipendente dal valore dell'unica tensione che alimenta l'apparecchio, dipende invece unicamente dal rapporto dei singoli elementi che definiscono il campo rotante in relazione all'azione del freno.

È ovvio che mantenendo, ad esempio, costante il flusso che principalmente determina l'azione frenante e riducendo a zero la coppia torcente del campo rotante, il disco riposa immobile.

Invece, variando gradatamente il valore della coppia torcente, anche la velocità di rotazione varia gradatamente.

È pur naturale che è sempre possibile trovare una tale variazione continua delle correnti nei circuiti degli elettromagneti e particolarmente della corrente in uno di questi per modo che la velocità di rotazione del disco vari corrispondentemente secondo una legge qualunque, ed in un caso speciale secondo una legge proporzionale agli elementi che determinano la variazione delle correnti.

Riferendoci ora al caso particolare dell'apparecchio realmente applicato allo strumento che qui vedono in funzione, la disposizione impiegata è indicata schematicamente nell'unita figura.

Un elettromagnete E è derivato direttamente dalla linea. Da questo è pure derivato un elettromagnete F, con l'intermediario di una resistenza ohmica R. L'elettromagnete F è costantemente messo in derivazione su di una resistenza suddivisa r. La corrente derivata, che giunge nel punto di unione dell'elettromagnete I con la resistenza r, esce da un punto variabile di r, mediante il contatto mobile T, il quale si sposta secondo il valore delle azioni che si sviluppano nel wattmetro, il cui asse è in O (fig. 17).

Nella posizione del contatto T rappresentata in figura l'elettromagnete F è in corto circuito e la velocità di rotazione del disco è zero; quando il contatto è all'altra estremità della resistenza r l'eccitazione dell'elettromagnete F è massima, ed è pure massima la velocità di rotazione del disco.

È ovvio che è sempre possibile, mantenendo costante il valore della resistenza r, scegliere dei punti intermedi, i quali, a sposta-

Digitized by Google

menti uguali del contatto sulla tastiera fanno corrispondere incrementi uguali nella velocità di rotazione del contatore. Nel modello che qui vedono, la tastiera comporta una divisione in 54 parti della resistenza r.

Questa grande suddivisione della resistenza r in relazione alla inerzia del disco ed alle continue ed inevitabili variazioni per quanto leggere del carico assicurano un'approssimazione nell'integrazione comparabile con quella di un ordinario contatore, come ho potuto constatare praticamente in un lungo periodo di prove sperimentalisu di un tale istrumento.

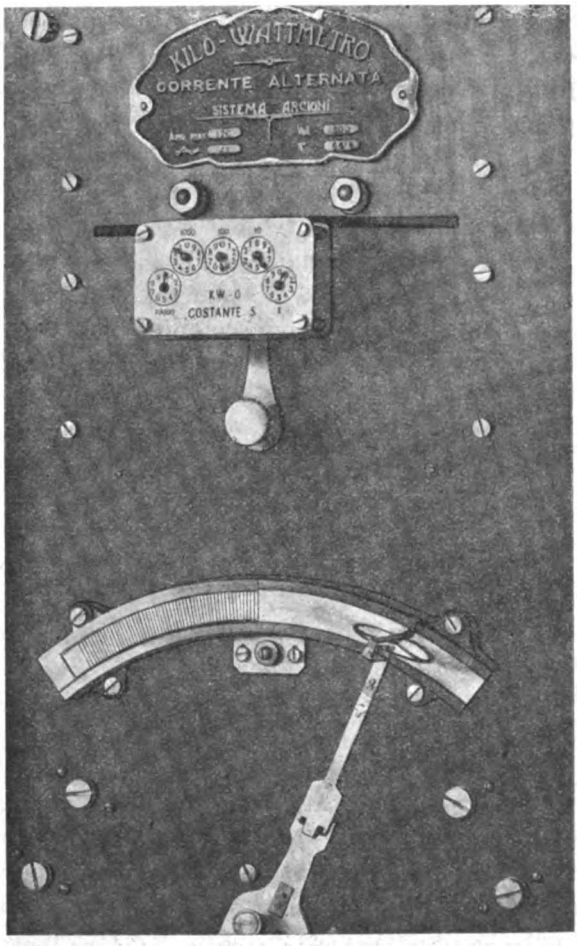


Fig. 17. — Particolare del contatto mobile.

In questo speciale contatore è pure applicato un dispositivo per la correzione della resistenza d' attrito, come si pratica nei contatori ordinari.

Il braccio che porta il contatto T è perfettamente equilibrato attorno al centro O, per modo che qualsiasi rotazione relativa del braccio T rispetto all'indice I non crea nessun spostamento nell'indicazione del carico.

Supponiamo di ruotare l'asse del contatto per modo che quando l'indice I segna lo zero della graduazione, il contatto sia pure al principio della tastiera H. In tali condizioni, quando l'indice si sposta da zero al fondo della graduazione, la velocità di rotazione del contatore varia da zero al valore massimo corrispondente alla integrazione di tutto il carico.

Digitized by Google

Risulta che il diagramma tracciato dallo strumento è integrato nella totalità della sua area.

Supponiamo di mantenere a mano l'indice *I* dello strumento sulla metà della graduazione ed in corrispondenza di girare l'asta *T* per modo che il contatto si porti al principio della tastiera *H*.

In tali condizioni, finchè il carico è inferiore alla metà della portata massima dello strumento, il contatore è immobile ed incomincia a ruotare solamente quando il carico raggiunge la detta metà.

Da questo punto in avanti l'integrazione ha luogo con una velocità proporzionale agli spostamenti dell'indice dalla mezzaria della graduazione in avanti, e poichè la divisione è uniforme, con velocità proporzionali, ai valori del sovraccarico.

Il diagramma resta in tal modo integrato per l'area compresa fra la sua linea superiore ed una linea di base che passa per la mezzaria.

Si riconosce come questa ripartizione dell'area in due zone, una da integrare e l'altra no, può farsi a cominciare da un punto qualunque della graduazione compreso fra lo zero ed il massimo.

Da quanto sopra, consegue che oltre alle diverse applicazioni cui si presta il wattmetro universale, come da me descritto, esso permette in maniera facile e precisa l'applicazione della doppia tariffa, *à forfait* e contatore, nelle derivazioni di energia, vale a dire *à forfait,* fino ad un certo valore del carico, ed a contatore per il sovraccarico.

Il modello che qui vedono funzionare è per un carico di 100 kw a 500 volt.

L'apparecchio integratore è inserito direttamente sulla linea a 500 volt. E qui credo di dover far rilevare che la disposizione dei circuiti adottata, come si vede nello schema, assicura in maniera perfetta il funzionamento del contatore indipendentemente dalla resistenza del contatto mobile, garantendo l'assoluta immobilità del disco nella posizione del contatto in cui l'avvolgimento *F* resta messo in corto circuito.

Anche la tastiera è in ottime condizioni di conservazione stante la tenuissima tensione ai suoi capi (6 volt circa), essa ha i segmenti di argento; il contatto mobile è determinato da una ruota pure di argento impernata convenientemente all'estremità dell'asta *T*.

Non posso passare sotto silenzio un particolare il quale ha importanza molto grande nel perfetto funzionamento di tutto lo strumento, come risulta nel suo complesso composto dal wattmetro registratore e dell'integratore.

Digitized by Google

Questo particolare, che chiamerò *vibratore,* è applicato solamente al wattmetro universale, ed ha lo scopo di mantenere tutto l'equipaggio del medesimo, e particolarmente l'asta del contatto, in una vibrazione rapidissima, impercettibile all'occhio, ma che si attesta con il tatto, che corrisponde alla frequenza della corrente alternativa.

Questa vibrazione annulla completamente le resistenze d'attrito, e l'equipaggio mobile in ogni caso assume esattamente la posizione di equilibrio definita dal valore del carico in rapporto al valore della coppia antagonista determinata dalla molla.

Questo vibratore è formato da una sottile molla rettilinea, sostenuta dall'asta *T*, la quale corre lungo l'asse della medesima dal suo punto fisso verso l'estremità dell'asta, al centro di rotazione, assumendo qui la foggia di un mezzo cerchio che abbraccia senza toccarlo l'albero dello strumento.

L'albero è in questa zona provvisto di una camicia di ferro, la quale è sotto l'azione magnetica di un piccolo solenoide coassiale con l'albero sostenuto da un supporto indipendente, per modo che non prende parte alla rotazione.

L'eccitazione di questo piccolo elettromagnete determina la vibrazione leggera della molla, la quale si trasmette al sistema mobile e particolarmente alla ruota di contatto.

La molla è proporzionata in maniera che per la frequenza della corrente che dovrà alimentare lo strumento entri in vibrazione e le sue vibrazioni si sommano a quelle dell'equipaggio quando questo, sotto l'azione elettromagnetica delle correnti che definiscono il carico, entra pur esso naturalmente in risuonanza con la frequenza.

Questo fenomeno della risuonanza dell'equipaggio non si verifica sempre e per le differenti frequenze; quando non si palesa, il vibratore provvede da solo ad assicurare il perfetto funzionamento dello strumento.

In tal guisa, anche gli effetti delle resistenze d'attrito che costituiscono la causa prima del cattivo funzionamento che sovente si riscontra negli strumenti registratori, sono in questo modello completamente, ed in maniera perfetta, eliminati, conservando alla punta scrivente la delicatezza di movimento, la libertà e sicurezza nella tracciatura del diagramma che caratterizza lo spostamento degli indici degli apparecchi indicatori.

Digitized by Google

N. II.

LA LAMPADA AD OSMIO

COME CAMPIONE SECONDARIO D'INTENSITÀ LUMINOSA

COMUNICAZIONE

*fatta dall'***Ing. G. REVESSI** *alla Sezione di Roma*
nella Seduta del 20 marzo 1905.

La tecnica dell'illuminazione, pure essendo ancora lontana dall'aver raggiunto quegli ideali, che sono stati sintetizzati dal Lummer in un magistrale lavoro (1), ha però fatto negli ultimi decenni progressi meravigliosi; ma se essa ha saputo produrre sorgenti luminose sempre più intense, e sempre più economicamente convenienti, non ha ancora però potuto rendere sufficientemente esatte le misure fotometriche. Lasciando pur da parte i problemi più elevati della fotometria, quali quelli che si riferiscono al confronto di luci eterocrometiche, alla determinazione del rendimento ottico, o alla stima della temperatura del corpo irradiante, gli stessi progressi ottenuti, mediante l'impiego di opportuni dispositivi diottrici, nel confronto di intensità luminose del medesimo colore, sono resi in gran parte inutili dalla mancanza di un'unità di intensità luminosa pratica, ben definita, sufficientemente costante, piuttosto che facilmente realizzabile di facile conservazione e trasporto: finchè tale questione fondamentale non sia convenientemente risolta, ogni risultato di misure fotometriche non può ispirare molta maggior fiducia di quella che ispiri la misura di una lunghezza fatta a passi.

Fortunatamente, benchè le difficoltà che si oppongono alla preparazione di una perfetta lampada campione non sieno per ora state superate, vedremo che è possibile ottenere un notevole progresso solo adoperando più razionalmente le lampade attuali.

Quando nel 1881 Violle propose la sua unità, il problema fu creduto definitivamente risolto, invece studi ulteriori dimostrarono che il campione di Violle, come anche quello della stessa natura installato da Lummer e Kurlbaum alla Reichsanstalt (2), malgrado i larghissimi mezzi sperimentali che richiedono, lasciano alquanto a desi-

(1) *Die Ziele der Leuchttechnik* in *Journal für Gazbeleuchtung*, 1903, pag. 281 e seguenti.

(2) Lummer e Kurlbaum, *E. T. Z.*, 1894, pag. 474.

Digitized by Google

derare (1), pure rappresentando ciò che di meglio è stato in materia realizzato. Anche dopo le introduzioni di tali campioni a incandescenza, mantennero quindi il campo, soprattutto a causa del costo minore e del più facile impiego, i campioni a fiamma, e più particolarmente la lampada ad acetato di amile di Hesner-Alteneck, introdotta nel 1884, assunta dal Congresso di Ginevra del 1896 come unità provvisoria di intensità luminosa, molto diffusa anche tra noi, e la lampada a pentano introdotta in Inghilterra da Vernou Harcourt nel 1877, e perfezionata nell'attuale lampada a pentano da 10 candele inglesi (2), nel 1898.

È interessante ora di vedere se e fino a qual punto rimanga costante la intensità luminosa di tale campione a fiamma, intesa naturalmente in una direzione determinata rispetto alla lampada: le candele campione di una volta, quali la *standard sperm candle,* avente anche attualmente in Inghilterra valore legale, o la *Vereinskerze,* possono variare la loro intensità luminosa anche del 10 e del 20 per cento (3), in condizioni non molto più favorevoli si trova la vecchia lampada Carcel; quanto alla lampada ad acetato d'amile, essa, in determinate condizioni di temperatura, di umidità, di presenza di acido carbonico, di pressione e di altezza della fiamma, subisce variazione dell'intensità luminosa, da una lampada all'altra inferiore al 2 per cento, e quando la lampada effettivamente soddisfa a questa condizione, la Reichsanstalt ne rilascia certificato di garanzia (4); ma bisogna adesso pensare che uno scarto di mezzo millimetro nell'altezza normale della fiamma, abbastanza facile a non essere avvertito, malgrado i dispositivi adottati, soprattutto per la estrema mobilità della fiamma, porta uno scarto nell'intensità luminosa dell'1.5 per cento, che le variate condizioni atmosferiche che si riscontrano dall'estate all'inverno o da Berlino a Roma, possono facilmente condurre a una variazione dell'intensità luminosa del 4 per cento, e che la variazione di un litro di acido carbonico per metro cubo di aria varia la intensità luminosa del 0.7 per cento (5). A questo punto è lecito dubitare se quando non si eseguano contemporaneamente tutte le determinazioni ausiliarie necessarie a portare le debite correzioni, possiamo esser sicuri dell'Insensità luminosa

(1) PETAVEL, *Proc. of the Roy. Soc.*, vol. LXV, pag, 469.

(2) Per la descrizione di queste lampade v. le mie *Lezioni di misure elettriche*, pag. 754 e seg.

(3) FLEMING, *Handbook for the electrical Laboratory and Testing Room*, vol. II, pag. 238.

(4) *Journ. f. Gazbel.*, 1893, pag, 341.

(5) LIEBENTHAL, *E. T. Z.*, 1895, pag. 655.

Digitized by Google

campione con un errore minore, diremo, del 5 per cento, e se, eseguite pure tutte queste determinazioni e utilizzato il certificato di garanzia della R. A., si possa ridurre l'errore intorno all'1 per cento.

Non è a credere che gl'inconvenienti citati sieno propri alla lampada ad acetato di amile, nella quale l'Hefner-Alteneck stesso avrebbe voluto recentemente introdurre qualche modificazione, specie per determinare meglio la natura del metallo impiegato nella costruzione, e ridurre così il divario che per la non perfetta identità del materiale impiegato si manifesta nella luce emessa da due lampade pure identiche per dimensioni e poste nelle medesime condizioni (1); anche la lampada a pentano (2) e probabilmente tutti i campioni a fiamma soffrono dei medesimi inconvenienti.

Queste considerazioni ci mostrano che, alla stato attuale della fotometria, i campioni a fiamma possono costituire dei discreti campioni di riferimento per tarare dei campioni secondari immuni da questi difetti, cioè non a fiamma, in laboratori provvisti dei mezzi necessari per accoppiare al confronto fotometrico delle due sorgenti luminose tutte quelle determinazioni accessorie, che sono necessarie per conoscere colla massima approssimazione consentita l'intensità luminosa del campione a fiamma, mentre l'impiego di questi campioni a fiamma come campioni di lavoro e disgiunto da quelle determinazioni accessorie è assolutamente irrazionale.

La pratica ha indicato da lungo tempo come ottimi campioni secondari o di lavoro le lampade a incandescenza, però tarate in funzione della tensione o della corrente in confronto a un campione a fiamma non sempre colle cautele ora accennate. Un apostolo e un perfezionatore della loro preparazione e del loro impiego, è stato il Fleming (3), il quale dopo sottoposti i filamenti delle sue lampade per un paio di giorni a una tensione più elevata della normale, li toglie dalla loro ampolla e li introduce in un'ampolla nuova e molto più grande delle ordinarie per limitare l'annerimento interno e la conseguente diminuzione di luce, e li adopera in seguito come campioni secondari cimentandoli con un consumo specifico mai inferiore a 4 watt per candela inglese: conviene incidentalmente notare che in una recente discussione nell'Elektrotechnische Verein (4), il Wedding ha affermato che la presunta influenza dell'annerimento interno

(1) *Journ. f. Gazbel.*, 1903, pag. 348.

(2) LIEBENTHAL, l. c.

(3) *Handbook*, ecc., vol. II, pag. 258 e seg.; *The Electrician*, vol. LIII, 1904, pag. 748.

(4) *E. T. Z.*, 1905, pag. 198.

Digitized by Google

del bulbo sull'intensità luminosa della lampada gli è risultata sperimentalmente insensibile.

Introdotte sul mercato le lampade ad osmio, e da più parte decantata la loro durata e la costanza della luce emessa (1), viene naturale di domandarsi se tali lampade non potrebbero costituire dei buoni campioni secondari di luce, anche in confronto alle lampade a incandescenza a carbone, sia per la maggior costanza, sia anche per la natura della luce emessa.

A questa domanda mi sono prefisso di rispondere colle esperienze che ora descriverò: ho preso perciò due lampade ad osmio perfettamente nuove ciascuna da 25 candele e destinate a funzionare sotto la tensione normale di 37 volt e le ho tenute accese durante 70 giorni inserite in serie tra loro e con una piccola resistenza addizionale sotto una tensione di 55 volt forniti dalla rete a corrente alternata della città, cosicchè ciascuna lampada era alimentata a circa 27 volt colle oscillazioni inevitabili inerenti alla sorgente di elettricità adoperata; ogni giorno le due lampade venivano per breve tempo, circa una mezz'ora, tolte dal circuito, alimentate successivamente da una batteria di accumulatori, coll'intermezzo di un reostato a variazione continua, ed era determinata fotometricamente la loro intensità luminosa in una direzione ben definita, nella quale apparissero equidistanti i quattro segmenti verticali del filamento della lampada, sia in funzione della tensione tra 21 e 27 volt, sia in funzione della corrente tra 0.740 e 0.870 ampère.

Non mi dilungo sui particolari della esperienza, perchè ovvii, la cosa principale in così fatte misure essendo la pazienza e la cura; per le misure elettriche erano adoperati strumenti di precisione opportunamente campionati, non essendosi ritenuto necessario complicare le misure, che dovevano essere ripetute tante volte, coll'impiego per la misura della tensione del metodo di compensazione; per le misure fotometriche fu impiegato un carrello fotometrico di Krüss, provvisto di prisma di Lummer e Brodhun, montato su un comune banco fotometrico; la questione più delicata era quella di adoperare una sorgente luminosa di confronto di intensità assolutamente costante, a questo scopo furono scelte due lampade a incandescenza a carbone nuovo, e furono alimentate per qualche giorno a tensione normale, e quindi adoperate soltanto al momento delle misure a tensione notevolmente più bassa, e precisamente una di esse fu adoperata come campione di lavoro nelle misure giornaliere,

(1) Scholz, *E. T. Z.*, 1901, pag. 161; Gabriel, *Journ. f. Gazbel*, 1902, pag. 250; Wedding, *Journ. f. Gazbel*, 1904, pag. 118; Blau, *E. T, Z.*, 1905, pag. 196.

Digitized by Google

regolandone la intensità dominosa mediante un reostato opportuno, in modo che il carrello fotometrico non si discostasse troppo per ciascuna lettura dalla posizione media fra le due sorgenti luminose, e notando ogni volta la corrente assorbita dalla lampada campione, essa fu poi per cinque volte confrontata colla seconda lampada a incandescenza a carbone, cioè alla fine della prima, della terza, della quinta, della settima e della nona settimana, e alla fine della quinta questa seconda lampada fu a sua volta fotometrata colla lampada campione ad acetato di amile, senza tener conto delle correzioni dianzi accennate, mancandomi i mezzi di eseguire colla massima esattezza le misure ausiliarie, e interessando più l'entità della variazione della prima lampada a incandescenza a carbone, che non il valore assoluto della sua intensità luminosa.

Con questo procedimento e coll'aiuto di calcoli parte analitici, parte grafici, semplici, ma abbastanza laboriosi, ottenni per ciascuna lampada ad osmio due serie di diagrammi, che mi permettevano facilmente di determinare in corrispondenza a qualunque tensione o corrente, entro i limiti prima accennati, l'andamento dell'intensità luminosa in funzione del tempo.

Non riporto che i risultati relativi a una delle due lampade, quelli dell'altra essendo riusciti affatto analoghi, e avendomi servito principalmente di controllo e limitatamente a una tensione e a una corrente prossime ai valori massimi a cui le lampade furono sottoposte, per le tensioni e per le correnti minori ottenendosi, come è naturale, variazioni dell'intensità luminosa del medesimo ordine e in ogni caso minori.

Osservo che nei diagrammi qui riportati le curve tratteggiate si riferiscono al caso della tensione costante, in particolare a una tensione di 26 volt, le curve continue al caso della corrente costante, in particolare a una corrente di 0.840 ampère, non fu scelta la corrente corrispondente all'inizio ai 26 volt per lasciare sui diagrammi della fig. 1 più distinte le curve: osservo ancora che la dicitura qui adoperata di curve *a tensione* e *a corrente costante* non si deve intendere nel senso ordinario di effettivamente alimentate per 70 giorni a tensione o a corrente costante, ma soltanto di misure eseguite a tensione o a corrente costante su lampade mantenute nelle condizioni prima esposte, la cosa essendo teoricamente meno rigorosa, ma più rispondente a quanto succede in pratica a tali campioni secondari.

Le curve I_1 ed I_2 della fig. 1 ci mostrano l'andamento dell'intensità luminosa rispettivamente a corrente e a tensione costante in funzione del tempo; esse ci accusano un primo periodo di notevole

Digitized by Google

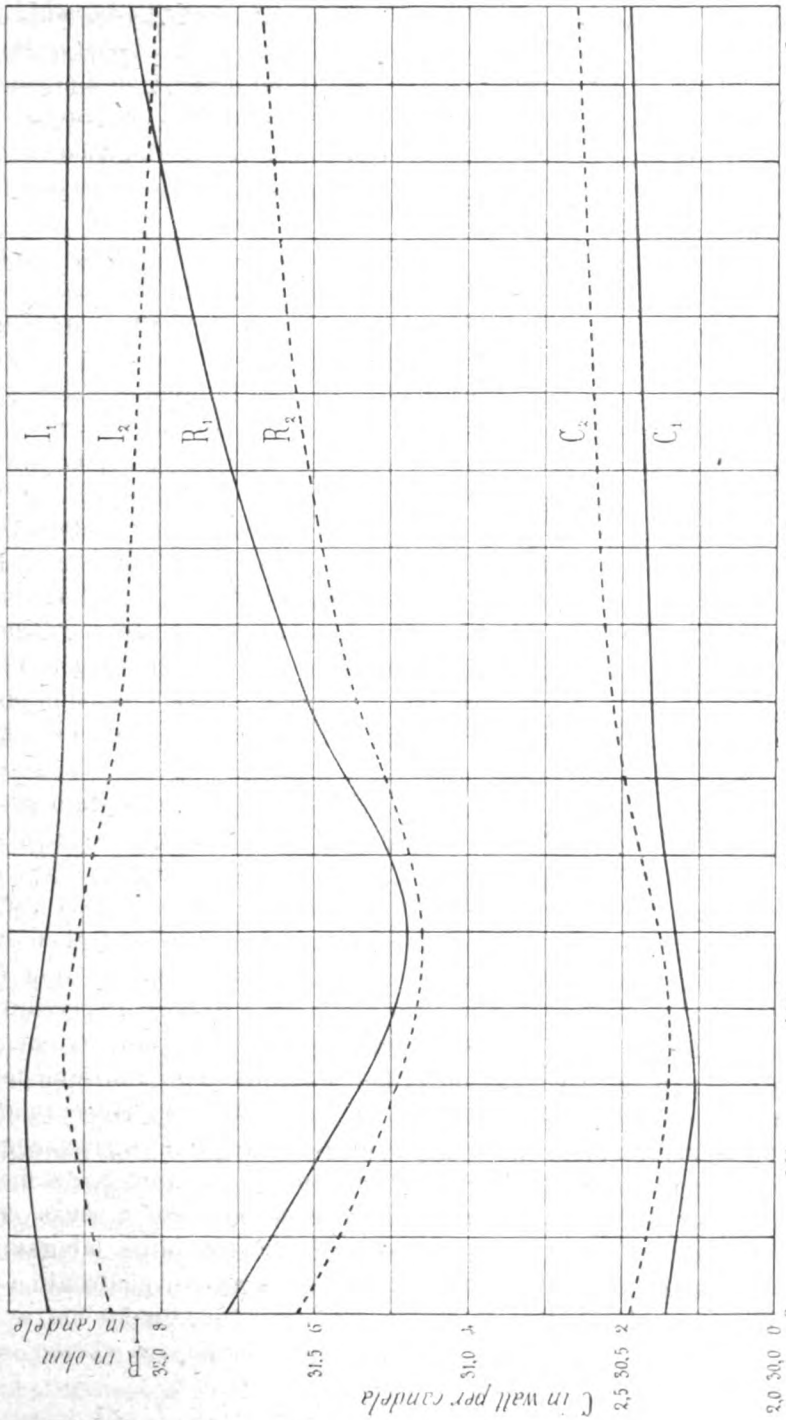


Fig. 1.

Digitized by Google

variazione di tale intensità, che nella condizione dell'esperienza è durato circa 800 ore, ma che potrebbe evidentemente avere durata minore, qualora da prima si cimentasse maggiormente la lampada; segue un altro periodo nel nostro caso di quasi 900 oré, probabilmente più lungo, l'esperienza essendo stata interrotta, quando le lampade non accusavano ancora deterioramento, in cui la variazione è assai più lenta e regolare.

Dell'entità di tale variazione ci possiamo fare più facilmente un concetto osservando le curve I_1 ed I_2 della fig. 2, che corrispondono a quelle prima considerate, quando nelle ordinate al valore assoluto dell'intensità luminosa di una decina di candele si sostituiscano i valori relativi assumendo come 100 l'intensità luminosa iniziale per entrambi i casi: vediamo allora che, ad intensità di corrente costante; l'intensità luminosa sale da 100 a 103, per discendere dopo 800 ore a 97.6 e dopo 1680 a 96.9, mentre a tensione costante l'intensità luminosa sale dapprima da 100 a 106.7, per ridiscendere dopo 800 ore a 98.2 e dopo 1680 a 93.2; si nota quindi come succede anche in generale per le altre lampade a incandescenza un miglior comportamento per ciò che riguarda la costanza della luce a corrente costante che non a tensione costante. Non sono quindi d'accordo col Baily (1), il quale propone invece di adoperare a questo scopo le lampade ad osmio tarandole in funzione della tensione anzichè della corrente.

Per ciò che riguarda l'impiego delle lampade ad osmio come campioni secondari d'intensità luminosa, a me sembra che, a parità di corrente, una variazione del 0.7 per cento in quasi 900 ore sia ancora compatibile coll'impiego proposto, sia perchè questa variazione è certamente minore di quella che possiamo aspettarci con un campione a fiamma, sia perchè può, come ci indica la curva I_2, essere resa ancora più piccola, solo allungando di poco il periodo di preparazione. Con un piccolo numero di tali lampade, di cui sia stata determinata la curva dell'intensità luminosa in funzione della corrente, dopo l'accennato periodo di preparazione, adoperandone alcune come campioni di lavoro, altre come campioni di riferimento, è quindi possibile anche per un certo numero di anni fare a meno del campione a fiamma di riferimento e dei suoi guai, senza contare che questa campionatura potrebbe esser fatta in un laboratorio *ad hoc* analogo alla tedesca Reichsanstalt, magari in confronto a un campione primario a incandescenza, non essendovi timore che, avvenuto il trasporto delle lampade e del milliamperometro ad esso asso-

(1) *The Electrician*, vol. LII, 1904, pag. 646.

Digitized by Google

ciato, l'intensità luminosa sia influenzata dalle vicissitudini atmosferiche.

Prima di chiudere questa nota, aggiungerò alcune osservazioni sul comportamento delle lampade ad osmio, che emergono dalle misure fatte in questa occasione: se ci procuriamo intanto le curve R_1 ed R_2, tracciate nella fig. 1, che ci rappresentano l'andamento della resistenza in corrispondenza alle condizioni di funzionamento della lampada definita dalle curve dell'intensità luminosa I_1 ed I_2, possiamo osservare che la resistenza discende dapprima di alcuni decimi di ohm, su una resistenza totale di circa trenta ohm, per poi risalire nel secondo periodo a valori sensibilmente su-

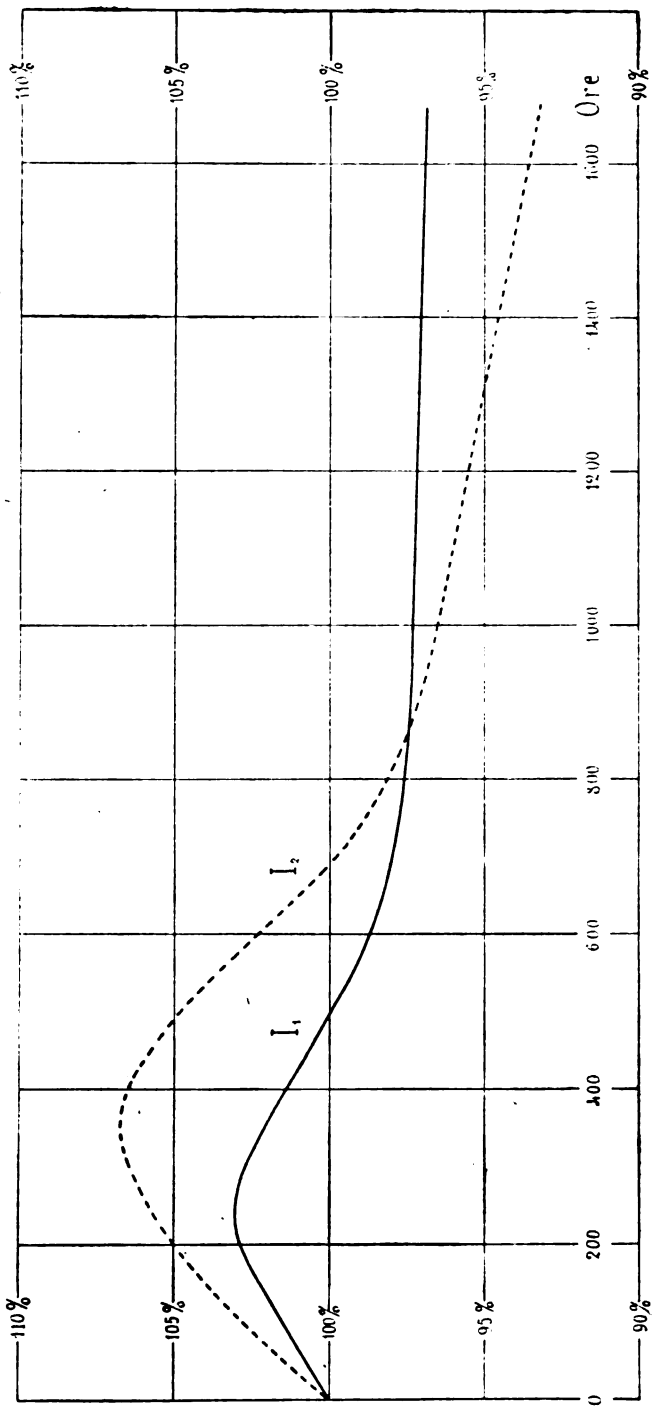


Fig. 2.

Digitized by Google

periori a quelli iniziali, ciò malgrado che il coefficiente di temperatura, conviene ricordarlo, sia al contrario di quanto avviene nelle lampade a carbone, positivo, e tenda quindi a rendere meno sentito in seguito alla diminuzione della temperatura, che questo fatto appunto tende del resto a rendere a sua volta meno sensibile tale aumento di resistenza. A parte questa considerazione, tale fatto ci indica che la struttura del filo si altera col tempo, dapprincipio poco compatto per il metodo stesso di fabbricazione (1), esso diventa più omogeneo, più unito e quindi più conduttore; nel secondo periodo esso si va probabilmente gradatamente assottigliando, riperdendo per la diminuzione della sezione quanto aveva guadagnato per la conducibilità: questa variazione si manifesta, com'è naturale, più nettamente nella curva R_1 a corrente costante che non nell'altra, dove nel primo periodo al diminuire della resistenza aumenta la corrente e quindi la temperatura del filo e viceversa nel secondo periodo. Notevole il fatto che al momento di minima resistenza dopo circa 500 ore non corrisponde neanche a tensione costante il massimo della intensità luminosa.

Da ciò possiamo arguire che colla modificazione progressiva della struttura del filamento non va di pari passo la modificazione della superficie del filamento, la cui natura influisce, com'è noto, grandemente sullo splendore di un filamento incandescente; la cosa diventa anche più evidente se consideriamo le curve C_1 e C_2 che ci danno, in funzione del tempo, l'andamento del consumo specifico per candela ancora in corrispondenza ai due casi considerati; le due curve ci mostrano che il consumo specifico dapprima diminuisce, come diventasse più unita la superficie del filamento, poi aumenta, e naturalmente in misura maggiore nel caso della curva a corrente costante che non nel caso della curva a tensione costante. I valori minimi accusati da queste curve cadono quasi, almeno con ritardo molto piccolo, in corrispondenza coi massimi delle intensità luminose: si direbbe, se non fosse imprudente azzardare delle ipotesi, che questa modificazione sulla struttura del filamento si propaga dalla superficie verso l'interno.

Del resto molte altre questioni interessanti si presentano nello studio delle lampade a filamento metallico, in particolare delle lampade ad osmio e a tantalio, spero prossimamente di poter comunicare in proposito alcuni altri risultati.

(1) Blau, loc. cit.

Digitized by Google

N. 12.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

SUL PROGETTO D'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO MUNICIPALE DI TORINO

COMUNICAZIONE

fatta dal socio **Ing. EMILIO SILVANO** *alla Sezione di Torino*
il 31 marzo 1905

Io ho preso un'altra volta la parola in questa sede sul medesimo argomento, da poco più di un anno, per riferire i risultati degli studi di una Commissione che emanava dalla nostra Associazione.

Se ora mi faccio recidivo non è certo per la fantastica illusione di smuovere da solo quelle opinioni che tante voci autorevoli non hanno bastato a modificare: gli è che mi pare interessante per la nostra Associazione seguire e discutere una questione di tanta importanza, non fosse altro che per farne tema di famigliare ritrovo; e poi non posso nascondere che avendo provato fin dal principio una sincera simpatia per l'iniziativa municipale ho speso quel poco di tempo che mi è stato concesso per studiare quanto di intrinsecamente buono si contenga nelle proposte presentate ed i modi di trarne il maggior utile.

In un ambiente sereno come questo, dove le opposizioni sistematiche non hanno ragione di essere, io mi propongo semplicemente di tenere informati i colleghi dello stato della questione, e di sviluppare alcune idee sulle sue conseguenze probabili.

Dall'epoca della riunione qui tenuta il 23 gennaio 1904 per sentire il parere della nostra Commissione, a venire a questi giorni le condizioni di fatto rispetto alla proposta dell'impianto idroelettrico sono cambiate radicalmente.

In primo luogo la Società Alta Italia si è resa concessionaria dell'impianto della Cenischia, precisamente quello su cui si fondava la nostra Commissione per armare il Municipio del migliore e più rapido elemento di moderazione delle tariffe.

Così io sento di dover deplorare che il Municipio non abbia creduto di cogliere una sì favorevole occasione per ottenere una sollecita riduzione di prezzo sulla luce e sull'energia, e siasi trovato

Digitized by Google

in seguito nella circostanza di insistere per la costruzione di Chiomonte, onde acquistare tra qualche anno, se ogni cosa succederà secondo le migliori previsioni, quel predominio che molti pensavano potersi ottenere con minor rischio e maggior sollecitudine.

Sta in fatto che l'on. Consiglio comunale ha fatto buona accoglienza alle proposte di costruzione del nuovo impianto, dimostrando così di non dar peso nè alle rimostranze di chi negava ogni convenienza di entrare in tale ordine di idee, nè ai consigli di chi si era studiato di regolare l'azione municipale in modo che la bontà dell'iniziativa non avesse a spuntarsi contro difficoltà impreviste, o non abbastanza valutate.

Il quadro delle condizioni di fatto risulta completo quando si aggiunga che da una parte un certo numero di cittadini, appoggiandosi a ragioni giuridiche e tecniche, ha fatto ricorso all'autorità prefettizia per ottenere che le deliberazioni consigliari rimangano senza effetto, e dall'altra l'autorità comunale si accinge alacremente all'effettuazione del suo progetto, come è necessario se si vuole mantenere almeno con qualche approssimazione l'impegno di vedere l'impianto in funzione entro il 1907.

Questo lo stato attuale delle cose a mia cognizione, ben diverso, come si vede, da quello che la nostra Commissione del 1904 aveva dovuto prendere in esame; e siccome ho seguìto con cura le fasi della questione, ed ho anche nel frattempo raccolte nozioni su altri impianti congeneri, in progetto, od in costruzione, od appena entrati in esercizio, ho pensato di riassumere alla meglio davanti ai colleghi le mie impressioni.

Preventivi d'impianto. — Ritornerò sopra alcuni degli argomenti già toccati per riconfermare, in quanto mi riguarda, gli apprezzamenti che ne scaturiscono, e poi essenzialmente tenterò di raffigurarmi per un momento l'impianto eseguito per tracciare un quadro di quelle che io penso possano essere le sue conseguenze.

E se ciò mi trarrà necessariamente a vagare nelle previsioni del futuro, non si creda che sia per velleità di fare l'indovino, ma piuttosto per la convinzione che in nessun altro argomento si manifesti come qui un nesso profondo tra le questioni tecniche e quelle finanziarie, e l'obbligo del tecnico di vagliare ed estimare con tutta ponderatezza le conseguenze finanziarie a lunga scadenza delle sue proposte.

Sui preventivi di costo mi limiterò ad alcuni cenni sui capitoli di maggior rilievo, assai più per elemento di deduzione d'ordine gene-

Digitized by Google

rale che per l'importanza intrinseca delle cifre. Le obbiezioni che da molte parti si elevarono contro il progetto municipale concludevano concordi nell'affermare che i preventivi di costo e di esercizio erano troppo stringati, e le previsioni dei risultati troppo ottimiste.

Io stimo gran cosa che il Municipio abbia creduto d'incaricare la sua autorevole Commissione di sfatare tutte le obbiezioni con un'appendice alla relazione primitiva. Ciò non può aver mancato di fare ottima impressione su tutti quelli che si erano occupati della cosa ed essenzialmente su chi aveva creduto di opporsi alle proposte, ancorchè in definitiva non venissero accolte le modificazioni suggerite. Ma la diligente rassegna della Commissione, e l'indubbia abilità dimostrata per mantenere l'equilibrio delle precedenti previsioni hanno contribuito a mettere a nudo alcuni elementi su cui la discussione può svolgersi all'infuori di ogni preconcetto.

Per avvalorare l'affermazione che la somma dianzi preventivata per l'intero impianto è sufficiente si è anzitutto sostenuto che i grandi impianti idroelettrici eseguiti non possono essere presi come base per determinare il costo unitario dell'energia di Chiomonte; sia perchè gl'impianti paragonabili sono poco numerosi, ed anche perchè troppo dissimili sono le condizioni di ciascuno.

Niente di più vero, e faccio piena adesione al concetto così delimitato.

Le circostanze di fatto però vanno sotto tale aspetto rapidamente modificandosi ogni giorno. In questi ultimissimi tempi, accanto agli impianti di Paderno, Vizzola, Castellamonte, Fonghera, Ceres, Alto Po, Cellina, Novalesa, Tornavento, altri sono entrati in funzione o nella loro fase risolutiva di studio, come Tusciano, Zogno, Trezzo, Buffalora, Caffaro, Saluroglio, Pescara, Toce, Poschiavo, ecc., e molte nozioni se ne possono ricavare all'infuori del costo unitario della energia. Per me emerge quella più inconfutabile sopra tutte che ci ammaestra essere necessario largheggiare nella quota di imprevisti per non incontrare sorprese nei consuntivi.

Sono lieto di riconoscere che il salto di Chiomonte, malgrado le difficoltà del canale, è in buone condizioni idrauliche, ancorchè io ritenga confermate dalle ultime misure di portata le previsioni sulla deficienza della magra durante tre mesi dell'anno.

Ma ciò non m'impedisce di stimare assolutamente esigua la previsione di 90,000 lire per imprevisti sopra una spesa di 5,200,000 lire, tanto più quando questa spesa è già composta di capitoli ristretti in ben limitata misura.

Digitized by Google

Le 5,200,000 sono così distribuite:

alla Società *Motor*	300,000
Idraulica e fabbricati . . .	2,650,000
macchinario	1,260,000
linee	900,000
imprevisti	90,000
	5,200,000

Sul primo capitolo non torna conto di fare eccezioni, salvo che le spese di trattative, visite, misure e contratti siano a carico del Municipio, nel qual caso dovrebbero probabilmente venire ad usurpare il loro posto negli imprevisti.

Il secondo capitolo è confortato da un'offerta a *forfait,* e precisamente per tal ragione trovo che è da applaudirsi l'intenzione dimostrata dalla Commissione municipale di discutere un imprevisto del 20 per cento. Io non dubito punto che questo 20 per cento sarà completamente assorbito nel corso della costruzione, e deploro soltanto che non sia stato introdotto nel computo, che per tal fatto aumenterebbe di 530,000 lire.

Sul macchinario non è agevole portare la discussione, perchè occorrerebbe esaminare minutamente le offerte, e dopo tutto è anche probabile che i ribassi provocati dalla concorrenza coprano le eventuali aggiunte.

Sulle linee non posso consentire nelle spiegazioni fornite. Calcolando in traiettoria planimetrica 60 chilometri di filo triplo si è ottenuto un peso di rame di kg. 54,900, e si presentò come una larga previsione l'aumento di kg. 1100 per portare il totale a kg. 56,000 stimati a L. 2. È ovvio osservare che se il prezzo del rame si mantenesse nei limiti attuali assorbirebbe da sè solo il 10 per cento in più su tale previsione.

Ma ci sono ancora altri dubbi non meno gravi.

Ad un nostro chiaro collega che consigliava di aumentare del 5 per cento il peso del rame per tener conto delle catenarie la Commissione ebbe bel gioco di rispondere che con catenarie del 5 per cento i fili trascinerebbero sul suolo; ma per prendere così letteralmente l'espressione tecnica si è dovuto trascurare che in pratica si hanno i cambiamenti di direzione, le giunte, gli scarti per difetto nel filo, le sottrazioni indebite, lo sciupo e le perdite di scampoli che si accumulano a danno dell'esattezza del computo. E tutti questi coefficienti hanno prodotto sempre necessariamente un aumento della

Digitized by Google

lunghezza del filo richiesto, ed io sono persuaso che quel 5 per cento, come in molti altri casi, verrà utile anche per l'impianto di Chiomonte.

Espropriazioni ed imprevisti L. 83,400.

Tutti sanno che nella Valle di Susa sono già installate parecchie altre condutture elettriche e si può augurare che il Municipio sia tanto fortunato da non risentire gli effetti che le altre installazioni congeneri hanno avuto quasi costantemente: quelli di armare gli interessati e far crescere a dismisura le esigenze delle espropriazioni.

Non credo che siano infrequenti i casi in cui si dovettero sborsare duemila e più lire al chilometro di linea, anche senza avere concorrenti. Nel caso nostro si tratta di una vallata ben coltivata, percorsa in tutti i sensi da conduttori elettrici, e sarebbe ragionevole tener elevata la previsione per tal capitolo. Se anche si spendessero solo 1000 o 1500 lire a chilometro gl'imprevisti di cui abbiamo or ora vista la impellente necessità si ridurrebbero ad una cifra insignificante, o negativa.

Non si vede poi cenno di spese per studi, progetti, assistenza, collaudi, consulenze, visite, pratiche legali ed eventuali conseguenze di litigi, ed indubbiamente il Municipio potrà ripartire questi oneri su altri capitoli del bilancio, ma non cesseranno per ciò di diventare tangibili nelle risultanze finali.

Queste considerazoni bastano a spiegare come io rimanga convinto che il preventivo di 6,390,000 della nostra Commissione dell'anno scorso sia più vicino al vero di quello di 5,200,000.

Impianti in città. — Sono preventivate:

Cavi sotterranei ad alta tensione	L.	1,650,000
40 sottostazioni	»	440,000
due reti secondarie *aeree* di distribuzione (kg. 275,000 di rame)	»	1,025,000
materiale di riserva, imprevisti, ecc. . .	»	85,000
Totale . .	L.	3,200,000

Le reti di filo nudo aereo comprendono 500,000 metri di conduttore al potenziale di 200 volts tra le fasi.

In Torino abbiamo, fra l'altre, una comodissima specialità in fatto di correnti elettriche!

Una rete monofase a 110 e 220 volt.

Una rete trifase a 120 volt.

Una pure trifase a 500 volt.

Un'altra per l'energia a 3000 volt.

Una rete a corrente continua con 240 e 480 volt, tutte debitamente autorizzate dal Municipio.

Digitized by Google

Una vera delizia per i privati, gl'industriali, gl'installatori, ed i fornitori in genere, che sarà accresciuta con la nuova rete trifase a 200 volt che il progetto municipale ha preso a base dei suoi calcoli.

È possibile ammettere che a questo emporio di potenziali autorizzati se ne aggiunga un altro diverso da tutti? Se si vuole ritornare sopra una tale deliberazione, occorrerà adottare uno dei tanti potenziali in uso, ed anzi sarà necessario accettare quello di 120 volt trifase che si è lasciato introdurre in tutta la parte periferica della città.

Ma in tal caso il peso ed il valore del rame per eguale carico ed eguale perdita percentuale aumenteranno sensibilmente, e sconvolgeranno con tutta probabilità le previsioni fatte per tale capitolo di spesa.

Rimane la questione della rete aerea in rame nudo.

Il regolamento di polizia urbana della città di Torino, in data 20 maggio 1900, prescrive che *in linea generale le condotte elettriche tanto ad alta quanto a bassa tensione siano collocate sottoterra nell'interno dell'abitato; e qualora si credesse di permettere l'impiego di condotte aeree queste dovranno essere ricoperte per tutta la loro lunghezza di un sufficiente strato isolante.* Ed alla stregua di tal regolamento 200 volt alternati costituiscono alta tensione. Sarebbe dunque vietato tanto la posa aerea quanto il conduttore nudo.

Comprendo che la stessa autorità che ha emanato quel regolamento può emanarne un altro, ma allora il permesso di collocare linee nude aeree in città dovrà applicarsi anche alle Società esercenti, ed ognuno vede quale reticolato di rame si distenderebbe sulle nostre vie.

Che proprio nel 1907 il Municipio di Torino si accinga a calpestare tutti i concetti di estetica ed i dettami del moderno progresso per stendere per suo conto centinaia di chilometri di filo nudo sulla città, dopo tante prescrizioni imposte, e faticosamente adottate per diminuire il numero dei conduttori visibili?

Si dovrebbe credere di no, ma allora non basta triplicare la spesa della rete aerea per avere un'idea di quanto costerà sotterrata.

Nel totale di 3,200,000 di costo previsto figurano 85,000 per materiale di riserva ed imprevisti, ed evidentemente anche qui si andrà incontro a qualche sorpresa.

Spese di esercizio. — Malgrado le ragioni addotte per difendere la quota di ammortamento in 30 anni estesa anche al macchinario, io non so persuadermi che ciò possa entrare nel computo di un'azienda che deve rivestire il pretto carattere industriale, e sostenere una concorrenza.

Digitized by Google

Occorre riflettere che nei 30 anni le Società esistenti potranno fare variazioni infinite: se esse per le migliorate condizioni, o per le determinazioni che sono sempre rapidamente possibili alle private aziende, si ponessero in grado di estinguere il loro debito capitale è chiaro che l'equilibrio dell'azienda municipale, fondato sopra una così lunga ripartizione, potrebbe ricevere una fiera scossa.

Se l'impianto civico ha bisogno di un tale palliativo per dimostrarsi vitale, è lecito il dubbio che la sua vitalità possa facilmente venire compromessa.

Ma ben altre sono ancora le esigenze di questo bilancio laboriosamente costretto entro limiti contabili che non potranno avverarsi.

È stato necessario supporre che in pochi anni tutta l'energia venga assorbita; che buona parte di essa sia venduta a *forfait;* che il pubblico si astenga dal contrarre nuovi impegni quando sappia che il Municipio intraprende la sua costruzione.

Si è dovuto applicare alle vendite gli stessi coefficienti di aumento rispetto al disponibile che si verificherebbero in una città sede di un solo concessionario, trascurando le condizioni speciali che sono create dalla presenza di due concorrenti.

Si è anche supposto di poter applicare un coefficiente di aumento all'importo della corrente venduta a contatore, il che parmi non possa verificarsi. Quello che mi ha meravigliato è la convinzione manifestata che sia preferibile per gli utenti correre l'alea di qualche rara interruzione nel servizio piuttosto che affrontare l'aumento di prezzo che è necessario per supplirvi con una buona riserva, anche qui tralasciando di tenere in conto la formidabile concorrenza così bene armata sotto tale aspetto. E se non sbaglio una delle difficoltà per la Cenischia di entrare in esercizio con buoni prezzi consisteva appunto nella mancanza della garanzia che offriva la concorrenza con la sua riserva.

Per spiegare una grande richiesta di luce si è portato l'esempio di Napoli, ma non si è detto che non solo quella città ha una popolazione doppia della nostra, un larghissimo concorso di ricchi forestieri, ed un prezzo del gas assai elevato, ma che l'impianto elettrico a cui si accennava fornisce corrente ad una larghissima zona di campagna circostante in cui fioriscono città e grossi Comuni che anelavano da gran tempo la nuova luce e l'assorbirono in fortissime proporzioni: basta citare Frattamaggiore, Casoria, Afragola, Giuliano, Cairano, Mugnano, Morano, Arzano, Bagnoli, Pozzuoli, San Giovanni, ecc., tutti centri serviti dalla stazione napoletana della Bufola.

Si è anche limitato il consumo di carbone della piccola riserva entro confini che saranno, in ogni caso, inferiori al vero.

Digitized by Google

Tutto ciò osservo per dimostrare che con ogni probabilità l'azienda di Chiomonte costerà assai più del previsto, e non potrà praticare i prezzi promessi perchè avrà maggiori spese e maggiori difficoltà di collocamento.

Che il pubblico pazienti per attendere l'impianto municipale potrà esser vero per qualche rarissimo caso, ma non certo per l'industria che ha i suoi bisogni impellenti, e che per non troncare il suo andamento è costretta fin d'ora a subire contratti a lunga scadenza, senza nemmeno poter insistere per considerevoli riduzioni, non avendo campo di fare altrimenti.

Ed è indubitato che le Società concessionarie hanno tutto il tempo desiderabile per accaparrarsi la migliore clientela, e prepararsi all'eventualità di una viva lotta per attrarre quegli utenti che fossero liberi all'inizio dell'esercizio di Chiomonte.

CONCLUSIONE.

Orbene, a scopo di ragionamento, voglio ora supporre che tutte le previsioni municipali si avverino, e che sul finire del 1907 l'azienda di Chiomonte si presenti puntualmente sul mercato torinese per smaltire la sua energia ai prezzi di 125 lire per cavallo o 12 lire per lampada.

Proviamo a pensare quanto ne può conseguire.

Ammettiamo anche senza discussione che il Comune possa entrare in concorrenza commerciale con Società con le quali è contraente, ed in parte interessato; con Società da lui debitamente autorizzate, e che hanno fatto grossi sacrifizi finanziari per eseguire gl'impianti secondo le prescrizioni del Municipio concedente.

Ammettiamo tutto ciò, ed ancora che siano pronti gli utenti per assorbire di botto i 2000 cavalli che debbono fruttare durante l'anno 1908 per mantenere intatte le previsioni.

Forse che se noi fossimo al posto di una forte Società concessionaria lascieremmo libero il campo per una differenza di prezzo che in gran parte sarà praticamente coperta dalle migliori condizioni di servizio, dalla riserva, dalle relazioni costituite, e dalla preferenza che l'utente darà sempre alla Società privata, con la quale ha campo di trattare liberamente, pretendere indennizzi, o compensi, ecc.?

Evidentemente una forte Società che da parecchi anni si prepara ad una lotta di tal genere avrà tutta la facilità di acquistarsi i nuovi clienti, anche con sacrifizi di prezzo.

Digitized by Google

Il Municipio ostacolerà il suo sviluppo, mettiamo pure, ma non potrà impedire il suo buon diritto contrattuale, ed io temo fortemente che dopo qualche tempo di guerra le finanze comunali insorgeranno a chiedere una tregua.

Un accordo diventerà indubbiamente necessario e tutto lascia prevedere che esso non potrà stabilirsi che a scapito del Municipio, che non avrebbe la possibilità di crearsi una clientela sufficiente.

Potrà osservarsi che intanto la maggiore offerta avrà creato una riduzione di prezzo dell'energia; e questo è il lodevolissimo scopo da raggiungersi, ed io stimo che sarà veramente raggiunto. Ma se per tale scopo sono compromesse le finanze comunali, tutto il suo pregio viene demolito; e l'iniziativa coraggiosa non avrà sortito l'effetto, mentre forse si potrebbe raggiungerlo più rapidamente e con minor rischio.

Premetto e ripeto che non mi faccio paladino di alcun interesse che non sia quello che io stimo l'interesse generale; e so benissimo per mio conto che quello di non approvare incondizionatamente la tesi nè dell'una nè dell'altra parte contendente è il miglior modo per esporsi alla diffidenza di entrambe. Ma i convincimenti in questioni di questa portata debbono scaturire da considerazioni ben altrimenti elevate, e non mi perito a dichiarare che a mio avviso un accordo tra il Municipio e le Società esercenti, in questo stadio della questione, aggravato dall'abbandono della Cenischia alla concorrenza, può presentare maggiori vantaggi, o, per eguali vantaggi, rischi immensamente minori.

Intenderei un accordo che mettendo a disposizione delle Società un impianto idroelettrico che può riescire migliore di molti altri, permetta al Municipio di farne godere i benefizi fin d'ora a tutti gli utenti con una razionale revisione delle tariffe, e forse anche d'interessarsi in questo importante servizio come si è già lodevolmente interessato in altri, con sensibile vantaggio delle finanze.

Può darsi che la cosa sia meno assurda di quanto può parere a prima vista, e ad ogni modo, se tale accordo non fosse possibile, il Comune avrebbe sempre ancora la scelta tra l'abbandono del progetto o la completa esecuzione, sia pure con minori illusioni.

Vediamo perchè l'impianto di Chiomonte possa ritenersi conveniente in mano alle Società, piuttosto che in mano al Municipio.

Le Società esercenti hanno già due linee in Val di Susa, e con poca spesa l'energia di Chiomonte potrebbe caricarsi su di esse con ingentissimo risparmio di tempo e di denaro.

Il servizio già organizzato, le reti di distribuzione e la riserva

Digitized by Google

faciliterebbero grandemente lo smaltimento dell'energia aggiunta, senza nuove reti e senza nuovi uffici di amministrazione.

La città di Torino con l'energia di Chiomonte, Novalesa, Salu-roglio, Susa e Bussoleno, caricata su due linee, e la riserva termica esistente e debitamente aumentata, potrebbe vantare uno dei più organici ed importanti impianti.

Il Canavese e le valli di Lanzo non tarderebbero ad assorbire con le loro industrie o le loro ferrovie l'energia di Ceres, Fonghera e Ponte Preti qualora fossero esuberanti al servizio della città.

L'esercizio di un impianto così disposto dovrebbe presentare una grande economia da far valere sui prezzi, ed il Municipio otterrebbe in modo sicuro quanto non è certo di ricavare altrimenti, evitando una lotta piena di rischi, certo non confacente con le buone intese tra Comuni e concessionari che sono necessarie per favorire il progresso.

Questa idea municipale ha sempre avuto attrattive per me e mi sforzo di cercare tutto il buono dell'impianto per distinguerlo dal meno buono che consiste nei mezzi di utilizzarlo.

Vorrei potermi persuadere che i miei ragionamenti sono errati per augurare pieno e completo l'avvento alle rosee speranze nutrite, ma poichè ciò non mi è possibile, e rimango pur nondimeno innamorato dello scopo finale di far diminuire i prezzi, mi pare che potrebbe prendersi in considerazione un provvedimento che, evitando di cacciare il Comune in un'antipatica lotta commerciale a cui è certo poco adatto, permetta di ritrarre tutto il maggior utile dall'iniziativa.

È anche da tenersi in conto che con tal mezzo si potrebbe semplificare ed uniformare il servizio, il che non è piccolo vantaggio, accanto a quello di conservare le buone relazioni con le Società esercenti e non compromettere la solidità del bilancio comunale.

Qualche volta è saggio consiglio saper rinunziare a tempo ad un ideale intravisto attraverso un miraggio di ottime intenzioni. In questo caso il prezzo di una tale rinunzia sarebbe la costituzione di una forte organizzazione, altrettanto utile al Comune quanto agli utenti, senza passare attraverso una guerra rischiosa che non farebbe che ritardare e rendere meno importanti i frutti sperati.

Se anche il mio augurio non arrivasse in porto avrei sempre la soddisfazione di aver contribuito col mio modesto studio ad una delle nostre riunioni che speriamo si facciano sempre più frequenti per discutere le questioni che interessano la nostra città.

Digitized by Google

N. 13.

LA LAMPADA AD OSMIO

SECONDO LE MODERNE TEORIE DELL'IRRADIAMENTO

COMUNICAZIONE

fatta **dall'Ing. G. REVESSI** *alla Sezione di Roma*
nella Seduta del 12 aprile 1905.

Da quando nel 1898 dalle genialità d'un Auer, accoppiata a rara perseveranza e a larghi mezzi d'investigazione, fu ideata la lampada ad osmio, solo qualche anno più tardi, nel 1902, introdotta sul mercato, abbastanza numerosi furono i lavori che si occuparono d'essa. La più parte però, quali le comunicazioni di Scholz (1), di Gabriel (2), di Kubes (3) e di Wedding (4), studiano la nuova lampada più che altro sotto l'aspetto economico, indagandone il consumo specifico e la durata utile, solo quasi incidentalmente asserendo la superiorità della lampada ad osmio su quella a incandescenza a carbone dipendere principalmente dalla maggior temperatura a cui il filamento può essere portato; il primo, e forse ancora oggi l'unico lavoro d'indole più propriamente scientifica, è quello del prof. Lombardi, pubblicato per la prima volta negli Atti della nostra Associazione (5) e riprodotto in alcuni giornali; il lavoro destò speciale interesse, sia per il nome dell'autore, sia perchè, applicando alla determinazione della temperatura del filamento il metodo di Weber (6), egli giunge alla conclusione che la temperatura del filamento stesso è sensibilmente inferiore a quella del filamento d'una lampada a carbone in condizioni normali di funzionamento, e che quindi il miglior comportamento è esclusivamente dovuto alle peculiari proprietà del corpo irradiante. Altri due lavori notevoli comparvero in seguito, quello cioè del Baily (7), che si occupa principalmente dell'andamento delle diverse quantità elettriche e fotometriche della lampada ad osmio,

(1) *E. T. Z.*, 1901, pag. 161.
(2) *Jour f. G. B.*, 1902, pag. 250.
(3) *Z. f. E.*, 1903.
(4) *Jour. f. G. B.*, 1904, pag. 118.
(5) *Atti A. E. I.*, 1903, vol. VII, pag. 515.
(6) *Sitzber. d. Berl. Ak.*, 1888, pag. 933.
(7) *The El.*, 1904, vol. LII, pag. 646.

Digitized by Google

quando si vari la tensione di alimentazione, e quello recentissimo del Blau (1), specialmente interessante per le notizie che fornisce sul modo di fabbricazione delle lampade ad osmio, in tutti e due questi lavori ritornandosi al primitivo concetto la migliore economia dipendere dalla maggior temperatura del filamento, e soltanto in parte dalle più favorevoli qualità della superfice irradiante (2).

Tale concetto, avanzato nei citati lavori più come ipotesi che come risultato nettamente dimostrato dall'esperienza, ha ad ogni modo bisogno di essere maggiormente precisato; quanto ai risultati ottenuti dal prof. Lombardi, conviene osservare che gli studi, specialmente dell'ultimo decennio, sull'irradiamento hanno messo, come anche osservava recentemente lo Schleiermacher (3), gravemente in forse la teoria di Weber; mi è sembrato quindi molto interessante di vedere a quali risultati avrebbe condotto lo studio della lampada ad osmio fatto in base a quelle teorie che, iniziate da Kirchhoff intorno al 1860, sono oggi arrivate, dopo un lungo e faticoso periodo di preparazione, se non a spiegare in ogni loro parte i complessi fenomeni dell'irradiamento, ad abbattere molti errori, e a stabilire alcuni concetti fondamentali di grande portata teorica e pratica.

Non è qui il caso di sviluppare queste teorie, ciò che richiederebbe poco meno di un volume; chi volesse procurarsene un'idea legga in proposito i lavori sintetici del Lummer (4) e del Guillaume (5) chi desiderasse studiarle più a fondo si procuri la collezione degli Annali di Wiedemann dal 1895 in poi, e vi mediti i lavori di Wien, di Lummer, di Holborn, di Kurlbaum, di Pringsheim, di Wanner, di Paschen, di Plank, di Hagen e di Rubens, dopo aver studiati quelli più antichi di Kirchhoff, di Boltzmann e di Stephan. Io credo che chi sapesse trarre da questo enorme materiale scientifico un buon lavoro critico e riassuntivo farebbe cosa utile, probabilmente più meritevole di molti lavori originali.

Limitatamente al caso dell'irradiamento per effetto dell'aumento di temperatura, quando non entrino cioè in giuoco fenomeni di lumi-

(1) *E. T. Z.*, 1905, pag. 196.

(2) V. anche GENTILI, *Elettricista*, 1901, pag. 208.

(3) *Jour. f. G. B.*, 1904, pag. 845.

(4) *Jour. f. G. B.*, 1903, *Die Ziele der Leuchttechnik*, pag. 281; *Congrès international de physique du 1900*, vol. II, pag. 41; *Les rayonnements des corps noirs.*

(5) *Revue générale des Sciences*, 1901, vol. XII; *Les lois du rayonnement*, pag. 358.

Digitized by Google

nescenza, dice la legge fondamentale di Kirchhoff, che, per ciascuna temperatura e ciascuna lunghezza d'onda, il rapporto fra l'energia irradiata e l'energia assorbita da un corpo è indipendente dalla sua natura, ed è eguale al potere emissivo del corpo nero per le medesime condizioni di temperatura e di lunghezza d'onda; come corpo nero essendo definito quel corpo, il quale alla temperatura considerata assorbe tutti i raggi incidenti, qualunque sia la loro lunghezza d'onda, sia cioè nero non soltanto per lo spettro visibile, ma rimanga tale anche per lo spettro ultra violetto e per lo spettro infra rosso. Un tale corpo non esiste probabilmente in natura, ma può essere molto prossimamente realizzato mediante ingegnosi dispositivi; possono poi, almeno teoricamente, esistere i corpi grigi, cioè quelli che, a una determinata temperatura, hanno in corrispondenza a tutte le lunghezze d'onda il medesimo potere assorbente, ed esistono finalmente i corpi colorati nei quali, ad una data temperatura, varia il potere assorbente in funzione della lunghezza d'onda; in conclusione il significato ordinario di nero, di grigio e di colorato ritenendosi in questa teoria esteso anche al di fuori della zona visibile dello spettro, sia dalla parte dei raggi ultra violetti che infra rossi.

In virtù della legge di Kirchhoff l'energia totale irradiata da un corpo nero nell'unità di tempo è, a parità di temperatura e di superfice irradiante, maggiore di quella irradiata da qualunque altro corpo grigio o colorato, e altrettanto si deve ripetere per l'energia irradiata in corrispondenza a una zona infinitesima dello spettro compresa fra le lunghezze d'onda λ e $\lambda + d\lambda$. Questa considerazione ci mostra, che se vogliamo per una data temperatura ottenere per unità di superficie in una zona limitata dello spettro la massima energia irradiata, in particolare per la zona visibile dello spettro il massimo splendore, noi dobbiamo impiegare un corpo quanto è più possibile vicino al corpo nero: ma ci ricorda pure che, se l'energia irradiata in quella zona particolare dello spettro rappresenta per noi l'energia utile, e quella irradiata all'infuori di essa l'energia perduta, noi otteniamo col corpo scelto il rendimento minimo; per migliorare questo rendimento ci conviene sacrificare qualche cosa nello splendore della zona utile, sacrificio che potrà essere evitato, quando si possa aumentare la temperatura, e scegliere invece un corpo convenientemente colorato, cioè assorbente a quella temperatura principalmente i raggi incidenti compresi nella zona utile dello spettro, e riflettente quanto è più possibile tutti quelli all'infuori. Alla fine di questo lavoro vedremo quanto si presenterà naturale l'applicazione di questi principî alla discussione dei risultati sperimentalmente ottenuti.

Digitized by Google

Ritengo opportuno di mettere ancora in evidenza qualche altro dei fatti assodati dalla teoria; numerosi sono stati i tentativi per rappresentare analiticamente la distribuzione dell'energia nello spettro, le formule che meno si discostano dai risultati, dell'esperienza sono quelle di Wien (1) e di Plank (2), dedotte specialmente con l'aiuto del secondo principio della termodinamica; ad ogni modo la distribuzione dell'energia irradiata è tale da soddisfare a tre leggi, che, almeno per il caso del corpo nero, sono di una meravigliosa semplicità; esse sono: la legge di Stephan-Boltzmann, per la quale la energia totale irradiata è proporzionale alla quarta potenza della temperatura assoluta del corpo irradiante

$$N = \int_0^\infty E_\lambda \, d\lambda = \sigma T^4;$$

la legge dello spostamento, per la quale è costante il prodotto della temperatura assoluta per la lunghezza d'onda per cui il potere emissivo diventa massimo

$$\lambda T = 2940;$$

e finalmente la legge dell'emissione massima per la quale l'emissione massima è proporzionale alla quinta potenza della temperatura assoluta

$$E_{max} T^{-5} = \text{Costante}.$$

Per i corpi colorati queste leggi, almeno prossimamente, valgono ancora, però con costanti diverse da quelle del corpo nero e diverse da corpo a corpo; così l'esponente 4 della prima legge è più grande e raggiunge il valore massimo di 5 per il platino, limitatamente ben inteso ai corpi studiati; la costante della legge dello spostamento è invece più piccola, e, ancora per il platino raggiunge il valore minimo di 2630; è poi maggiore di 5 il valore assoluto dell'esponente che compare nell'ultima legge.

Dai fatti qui sommariamente accennati risulta che, nei riguardi dell'illuminazione ad incandescenza, conviene, che il massimo dell'emissione, compatibilmente con la temperatura, che il corpo può sostenere, cada entro la zona visibile dello spettro, e magari in corrispondenza a quella lunghezza d'onda di 0.5 micron, in cui si trova tale massimo nello spettro solare; da tale ideale, tenuto conto della temperatura relativamente bassa, che i corpi solidi possono soppor-

(1) *Congrès international de physique du 1900*, vol. II, pag. 23.
(2) *A. d. Ph.*, 1900, vol. I, pag. 719.

Digitized by Google

tare senza fondere, si allontanano, a parità di temperatura, i corpi impiegati nella pratica tanto più quanto essi si avvicinano al corpo nero. Lo scegliere quindi un corpo lontano dal corpo nero, purchè atto a sopportare elevate temperature, conviene sotto il doppio punto di vista di ottenere una luce più bianca, se non più intensa, di quella emessa dal corpo nero alla medesima temperatura, e di raggiungere contemporaneamente una più forte economia, cioè un rendimento ottico migliore.

Tra il carbone e il platino, qualora quest'ultimo potesse resistere alla medesima temperatura del primo, non potrebbe esser dubbia la scelta; possiamo quindi già presumere da queste considerazioni che un materiale relativamente affine al platino, quale l'osmio, ma avente su questo il vantaggio di un punto di fusione molto più elevato, tanto che il platino volatilizza prima che l'osmio fonda (1), deve dare buoni risultati sia per bianchezza di luce che per economia, migliori di quelle ottenuti con le lampade a incandescenza a carbone.

***

Uno studio sufficientemente completo della lampada ad osmio richiederebbe, oltre la determinazione delle curve ordinariamente determinate nelle lampade a incandescenza, almeno la determinazione del rendimento ottico e della temperatura del filamento; la prima potrebbe esser fatta, per esempio, col metodo di Merritt (2), misurando successivamente l'energia irradiata sotto forma di colore mediante un calorimetro in cristallo, e, nella medesima unità, la energia totale mediante un calorimetro metallico; quanto alla determinazione della temperatura, i mezzi moderni non ne consentono ancora una misura diretta, almeno per il caso di filamenti incandescenti, ma permettono soltanto di stabilire dei valori limiti fra i quali, avverate certe ipotesi, deve trovarsi la temperatura cercata (3). Il procedimento consiste più precisamente nel determinare, con l'aiuto di un bolometro e di prismi di materiale opportuno, la lunghezza d'onda in corrispondenza alla quale si ha il massimo della radiazione, e nell'utilizzare quindi la legge dello spostamento successivamente con la costante relativa al corpo nero per il limite massimo della temperatura, e con la costante relativa al platino per il limite

(1) BLAU, loc. cit.
(2) FLEMING, *Handbook for the electrical Laboratory*, vol. II, pag. 301.
(3) LUMMER, loc. cit.

Digitized by Google

minimo; questo valore minimo può ulteriormente essere spostato verso valori maggiori, riducendo così l'intervallo entro cui è compresa la temperatura cercata, impiegando il pirometro ottico di Holborn e Kurlbaum (1), confrontando cioè la temperatura, direttamente determinata, del corpo nero con quella del corpo irradiante in esame, quando il primo sia portato ad avere, in corrispondenza ad una zona determinata dello spettro visibile, il medesimo splendore del secondo, ed osservando che in tali condizioni la temperatura del corpo colorato dev'essere certamente superiore a quella del corpo nero.

Non disponendo dei mezzi necessari per eseguire uno studio così completo, che del resto sarebbe stato superiore alle mie forze, mi sono prefisso un cómpito più modesto, quello cioè di apprezzare il rendimento ottico e la temperatura del filamento della lampada ad osmio non nel loro valore assoluto, ma bensì in confronto a quelli di una ordinaria lampada a incandescenza a carbone.

A questo scopo ho scelto due lampade a incandescenza perfettamente nuove, l'una ad osmio da 32 candele a 44 volts, l'altra a carbone da 16 candele, quest'ultima con bulbo cilindrico e filamento ad *u*, al fine di avere anche per questa dei filamenti rettilinei e di dimensioni geometriche facilmente misurabili, poco interessandomi invece la diversa intensità luminosa delle due lampade, le misure di confronto riferendosi sempre piuttosto allo splendore dei due filamenti. Non risultarono necessarie, per quanto di regola desiderabili, misure di controllo con altre coppie di lampade, i risultati dei diversi gruppi di misure controllandosi a vicenda, e la differenza nel comportamento delle due lampade risultando così netta da poterne trarre in ogni caso utili risultati.

Furono in complesso eseguiti quattro gruppi diversi di misure, il primo inteso a stabilire le dimensioni geometriche dei filamenti, il secondo per tracciare le curve di funzionamento delle due lampade, il terzo per determinare le condizioni per le quali lo splendore per il colore rosso dei due filamenti risulta eguale, e il quarto, finalmente, per studiare il diverso andamento dello spettro nella zona visibile.

Le dimensioni dei filamenti furono determinate a freddo con la massima cura e mediante un grande numero di misure; il diametro fu misurato mediante un microscopio di Bamberg fornito di reticolo con spostamento comandato da una vite micrometrica, munita di un tamburo graduato, una parte della graduazione equivalendo a uno

(1) *A. d. Ph.*, 1903, vol. X, pag. 225.

Digitized by Google

spostamento di 0.5 micron; la lunghezza, risultando illusoria, data la forma non perfettamente regolare del filamento, la precisione raggiungibile col catetometro, fu più semplicemente misurata interponendo la lampada fra uno specchio e un doppio decimetro, in modo da evitare nella lettura l'errore di parallasse, e poter tenere conto con sufficiente approssimazione delle curve del filamento. Dal diametro d e dalla lunghezza l furono dedotti la sezione del filamento a, la superficie irradiante totale s e la proiezione q del filamento in quella direzione normale all'asse della lampada, nella quale si ottiene l'intensità luminosa massima, nella quale cioè la totalità del filamento resta visibile; i risultati rispettivamente espressi in millimetri e in millimetri quadrati sono raccolti nella seguente tabella:

	d	l	a	s	q
Osmio	0 090	323	0.0063	92	29
Carbone	0 132	162	0.0137	67	21

Le misure fotometriche, unite alle necessarie misure elettriche furono condotte nel solito modo, le due lampade furono cioè successivamente alimentate con una batteria di accumulatori con tensioni variabili per la lampada ad osmio fra 12 e 47 volts e per la lampada a carbone fra 55 e 118, tensioni maggiori essendo ad arte state evitate per impedire, che non si producessero variazioni troppo sensibili nelle proprietà emissive e nella struttura dei filamenti; tensione e corrente furono misurate mediante strumenti di precisione accuratamente campionati, e ai risultati furon portate le dovute correzioni. Contemporaneamente le lampade furono accuratamente fotometrate in corrispondenza alla direzione dell'intensità luminosa massima in confronto a una lampada a incandescenza ausiliaria previamente tarata con la lampada ad acetato di amile, la misura avvenendo su un banco fotometrico mediante un carrello di Krüss munito di dado di Lummer e Brodhun.

Eseguite tali misure, importava soprattutto di scegliere un modo di rappresentazione dei risultati, che permettesse l'immediato confronto di quelle proprietà delle due lampade, che da tale ordine di misure potevano esser messe in evidenza. Credo di avere raggiunto tale intento, assumendo come grandezza di riferimento, le ascisse

Digitized by Google

dei diagrammi della fig. 1, l'energia w irradiata dal filamento per secondo in watt per mmq. di superficie irradiante, e tracciando in

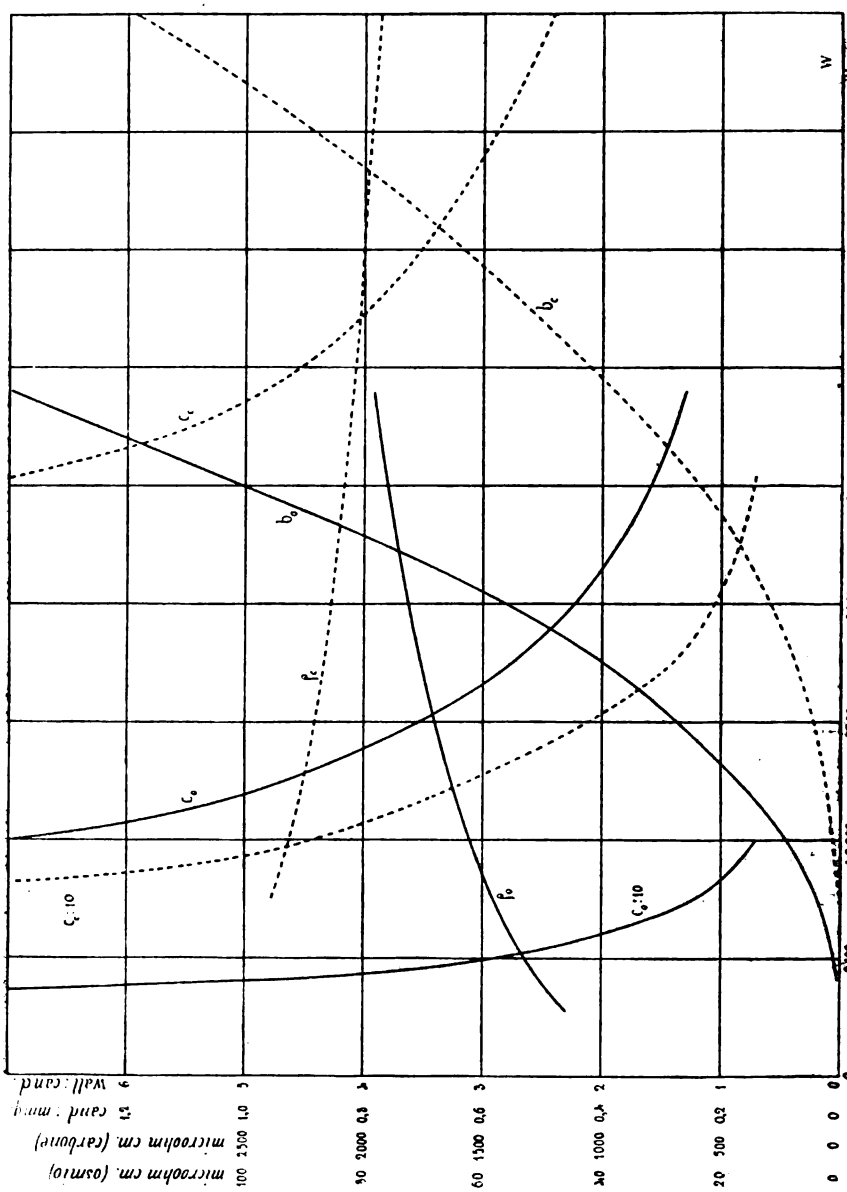


Fig. 1.

funzione di essa per ciascuna delle due lampade la curva del consumo specifico c in watt per candela, la curva dello splendore b in candele per mmq., e la curva finalmente della resistenza spe-

Digitized by Google

cifica ρ in microohm cm. Nel calcolo delle ascisse w ho naturalmente dovuto ammettere, che tutta l'energia fornita alla lampada sotto forma di energia elettrica sia dissipata dal filamento per irradiazione, ciò è soltanto prossimamente verificato, l'errore però non essendo gran cosa, e in ogni caso agendo nello stesso senso per entrambi le lampade considerate; le curve del consumo specifico c sono ciascuna divise in due tratti, il primo dei quali è tracciato con una scala delle ordinate 10 volte più piccola di quella segnata lungo l'asse delle ordinate; lo splendore b fu calcolato dividendo l'intensità luminosa per la proiezione del filamento nella direzione dell'intensità luminosa considerata, ciò che presuppone, com'è lecito ammettere per corpi incandescenti, che sia verificata la legge di Lambert; cade acconcio notare a questo proposito come il Blau (1), per dare un'idea dello splendore del filamento, commetta lo strano errore di dividere la superficie totale e del filamento irradiante per il numero delle candele; a mettere poi meglio in evidenza il diverso andamento dello splendore b in funzione dell'energia irradiante w per le due lampade, ho dedotto dalle due curve una terza, che troveremo tracciata nella fig. 3, accompagnata dalla dicitura di « luce bianca »; quanto, finalmente, alle curve della resistenza specifica ρ, esse hanno piuttosto lo scopo di dare l'andamento di tali grandezze, che non il loro esatto valore, ad ottenere il quale occorrerebbero mezzi più delicati.

Sia per confrontare lo spettro visibile delle due lampade, sia per apprezzare la loro differenza di temperatura, mi era necessario di stabilire a quali condizioni di funzionamento corrispondesse eguale splendore dei due filamenti; è ben vero che ciò era già stato indirettamente ottenuto con le precedenti esperienze, il risultato essendone sintetizzato nella curva a « luce bianca » della fig. 3 dianzi accennata; ma, appunto per la via indiretta seguíta, questo risultato aveva bisogno d'un controllo, e d'altra parte, trattandosi di luci, come vedremo, nettamente eterocromatiche, il concetto stesso di eguale splendore era alquanto vago. Ricorsi perciò ad un confronto diretto dello splendore dei due filamenti, ma non in corrispondenza alla luce bianca, per la quale sarebbe stato praticamente quasi impossibile, sibbene in corrispondenza a una radiazione approssimatamente monocramatica. Il dispositivo adottato ricorda quello del già ricordato pirometro ottico di Holborn e Kurlbaum (1), ed è schema-

(1) Loc. cit.

Digitized by Google

ticamente rappresentato nella fig. 2; la lampada in esame, successivamente quella ad osmio e quella a carbone, è collocata in 1, mediante la lente in 2 e attraverso la fessura verticale dello schermo in 3, l'immagine di uno dei filamenti è portato nel piano del filamento d'una lampada ausiliaria collocata in 4, cosicchè all'occhio applicato in 7, avanti un vetrino colorato, compaiono, attraverso lo

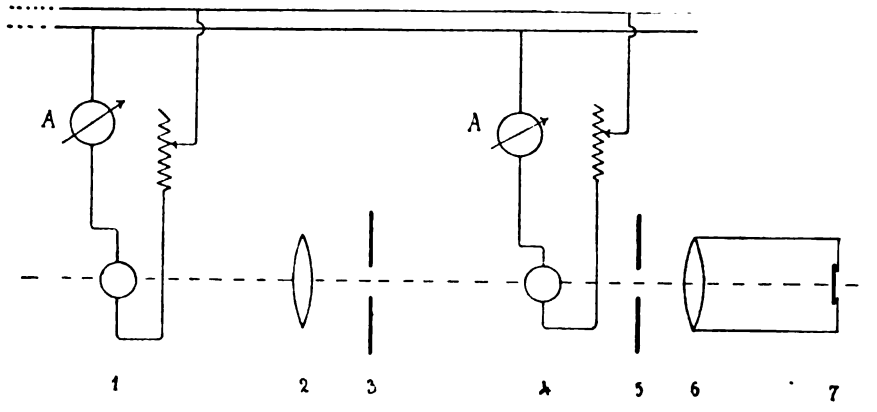


Fig. 2.

schermo in 5 e mediante la lente oculare in 6, i filamenti delle due lampade ravvicinati; il procedimento consiste nel lanciare attraverso la lampada in esame una corrente progressivamente crescente, e, per ciascun valore di essa, nel regolare mediante un reostato a variazione continua la corrente nella lampada ausiliaria fino a realizzare l'eguale splendore. A questo modo veniva ad essere eliminato l'inconveniente del diverso assorbimento delle irradiazioni delle due lampade in esame, che si sarebbe evidentemente presentato qualora, in luogo di confrontarle successivamente con una terza, fossero state direttamente confrontate fra di loro, ponendo una di esse in luogo della lampada ausiliaria. Così furono stabilite le condizioni di funzionamento, cioè prima i valori delle correnti, e poi, mediante i dati acquistati in antecedenza, i valori dell'energia irradiata w corrispondenti all'eguale splendore. Le misure eseguite di notte in corrispondenza alla luce rossa, dettero, ripetute molte volte e anche con diverse lampade ausiliarie, risultati molto concordanti, risultati che sono rappresentati dalla curva tracciata nella fig. 3 in corrispondenza alla dicitura di « luce rossa ». Sarebbe stato desiderabile poter ripetere

Digitized by Google

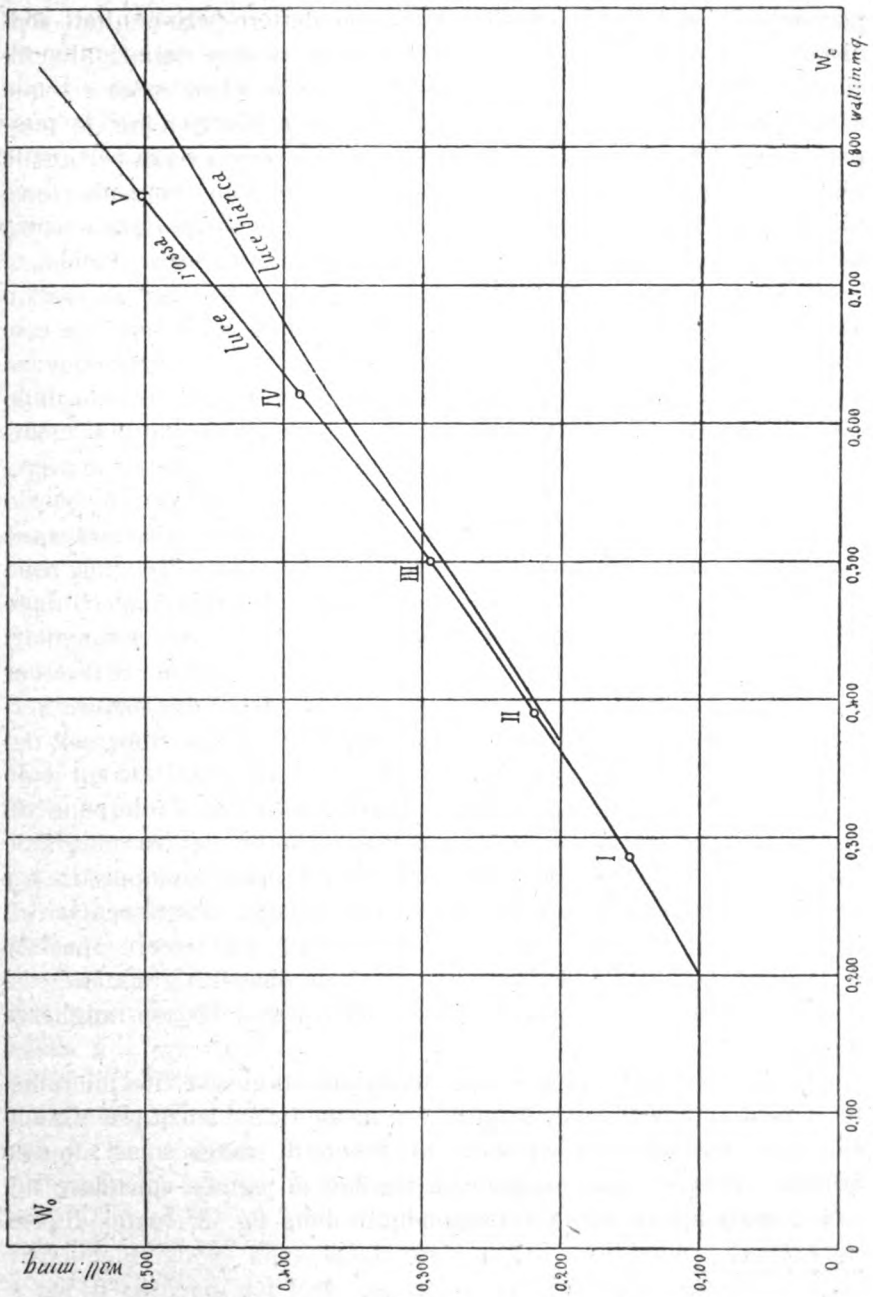


Fig. 8.

Digitized by Google

le misure anche per altre radiazioni sensibilmente monocromatriche, per esempio violette, i tentativi fatti non dettero però risultati soddisfacenti, il vetro adoperato non lasciando passare radiazioni sufficientemente pure. Com'è naturale, la curva a « luce rossa » tende a confondersi nella fig. 3 con quella a « luce bianca » per le temperature più basse, mentre tende a staccarsene sempre più per quelle più elevate, dove la differenza nello spettro delle due lampade riesce più sentita, variando l'irradiazione in funzione della temperatura secondo potenze crescenti col diminuire della lunghezza d'onda.

A questo modo mi ero posto in grado di confrontare lo spettro delle due lampade in condizioni ben determinate, cioè dopo che esse erano portate al medesimo splendore nel rosso, cioè in corrispondenza ad una medesima, anche se non più esattamente definita, zona dello spettro visibile. Il confronto spettrale fu eseguito mediante il medesimo fotometro di Krüss adoperato nelle misure fotometriche precedenti, però montato appunto come spettrofotometro (1); a questo scopo i due prismi del dado di Lummer, invece di combaciare come di solito secondo l'area d'un cerchio, combaciano per una zona rettangolare orizzontale centrale in corrispondenza alla quale il dado funziona quindi per trasparenza, in mezzo a due zone rettangolari dove, non essendo realizzato il contatto, il dado funziona invece per riflessione totale; il carrello porta per queste misure due fessure verticali regolabili rivolte verso le due lampade poste agli estremi del banco, e da esse illuminate, le cui immagini sono proiettate sul dado di Lummer; fra questo e il cannocchiale finalmente s'interpone un sistema di prismi, mediante il quale nel campo del cannocchiale compaiono gli spettri delle due sorgenti luminose sovrapposti; per un esame più accurato, sostituito al reticolo una fessura oculare di larghezza regolabile, l'asse del cannocchiale può essere spostato davanti allo spettro, mediante una vite micrometrica graduata, così da confrontare successivamente i due spettri per le diverse lunghezze d'onda.

Anzitutto dovetti tarare la graduazione di questa vite micrometrica mediante le linee di Fraunhofer, messe in evidenza proiettando sul dado, mediante un eliostato, un fascio di raggi solari; messe quindi a posto le due lampade, e regolate ad eguale splendore nel rosso, mediante la curva corrispondente della fig. 3, tentai di ese-

(1) *Z. f. Instrumentenkunde,* 1898, pag. 12.

Digitized by Google

guire il confronto fotometrico per le singole zone dello spettro visibile, procedendo come nella fotometria ordinaria, cioè spostando il carrello fra le sorgenti luminose e applicando la legge dei quadrati delle distanze fra le sorgenti luminose e le fessure obbiettive: dovetti però abbandonare questo procedimento per la difficoltà di mantenere, pur muovendo il carrello, l'esatta coincidenza dell'asse delle due fessure obbiettive coll'asse dei due fasci luminosi, emessi dalle lampade, e opportunamente limitati mediante degli schermi, coincidenza assolutamente necessaria per ottenere risultati attendibili. Ebbi allora ricorso al metodo di Vierordt, fissai cioè il carrello fra le due sorgenti luminose, e procedetti per ottenere l'annullamento della linea di separazione fra i due spettri sovrapposti in ogni singola zona considerata, regolando invece l'apertura delle fessure obbiettive, comandate da viti micrometriche graduate, le due aperture risultando in ragione inversa delle corrispondenti intensità luminose.

A questo modo ottenevo come rapporto delle intensità luminose, rispettivamente della lampada ad osmio e di quella a carbone, per esempio 0.46 in corrispondenza ad una lunghezza d'onda di 0.62 micron, 0.68 invece per 0.49 micron e dei valori intermedi per le lunghezze d'onda intermedie, al di fuori di questi limiti il confronto risultando molto difficile per la poca illuminazione dello spettro; d'altra parte circa in corrispondenza appunto a 0.62 io sapevo che gli splendori dei due filamenti erano eguali, se non lo erano anche le intensità luminose ciò dipendeva soltanto dalla diversa ampiezza delle superfici irradianti; ma ad ogni modo splendore e intensità luminosa erano per ciascuna lampada in un rapporto costante; potevo dunque, posto eguale ad uno il rapporto fra gli splendori per 0.62 micron, ridurre proporzionalmente i rapporti corrispondenti alle altre lunghezze d'onda.

Con tale procedimento furono eseguite cinque serie di esperienze, ciascuna corrispondente a un diverso splendore dei filamenti, e, nella curva a « luce rossa » della fig. 3, a uno dei cinque cerchietti distribuiti sulla curva stessa. Basta al nostro scopo dare per ciascuna di queste misure il valore massimo del rapporto r tra gli splendori tra l'osmio e il carbone ottenuto per la minima lunghezza d'onda di 0.49 micron, assunto eguale ad uno l'analogo rapporto per 0.62 micron: è poi utile desumere dalle precedenti esperienze i valori corrispondenti anche degli splendori b per la luce bianca, per l'osmio e per il carbone, del loro rapporto, dell'energia irradiata w e del rapporto di queste energie.

Digitized by Google

Tali valori sono raccolti nella tabella che segue:

	I	II	III	IV	V	
r mass.	1.40	1.49	1.53	1.64	1.70	
b_o	0 039	0.118	0.260	0 520	1.012	candele per mmq.
b_c	0.037	0.110	0.234	0.464	0.788	
$b_o : b_c$	1.055	1.073	1.111	1.121	1.281	
w_o	0.150	0.219	0.294	0.388	0.502	watt per mmq.
w_c	0.286	0.390	0.500	0 621	0.764	
$w_o : w_c$	0.525	0.561	0.589	0.625	0.658	

I risultati qui raccolti, anche se non possono pretendere a una grande esattezza, ci mostrano però chiaramente quale sia l'andamento delle grandezze qui considerate.

*
* *

È giunto il momento di applicare le teorie esposte da principio ai risultati della esperienza qui registrati, e come questione pregiudiziale dobbiamo innanzi tutto appurare, se veramente anche per l'osmio, come per le lampade a incandescenza ordinarie, la luce emessa dipende soltanto da irradiazione per effetto dell'aumento di temperatura, oppure non dipende ancora, come alcuni hanno esposto il dubbio, da fenomeni di luminescenza. Io credo che si possa con grande probabilità escludere ogni fenomeno di luminescenza semplicemente rilevando la completa analogia, che presentano le curve di funzionamento delle due lampade, escluse le curve della resistenza specifica che da altre proprietà dipendono, tracciate nella fig. 1, analogia che, credo per la prima volta, spicca così evidente per l'opportuna scelta delle coordinate; mi sembra infatti difficile che i fenomeni di luminescenza, se realmente esistenti nel filamento incandescente d'osmio, non alterino minimamente il carattere delle curve corrispondenti (a tratto continuo) in confronto a quelle relative al carbone (tratteggiate).

Digitized by Google

Sbarazzato il terreno da questa spinosa questione, le curve *b* e *c* della fig. 1 ci mostrano ancora che, a parità di energia irradiata, è maggiore lo splendore per l'osmio che non per il carbone, e di conseguenza sempre minore il consumo specifico per candela: se analizziamo poi la natura della luce emessa, le curve della fig. 3, ci attestano che, a parità di splendore nel colore rosso, è maggiore per l'osmio lo splendore nella luce bianca, mentre le esperienze spettrali sintetizzate nella prima riga dell'ultima tabella, ci avvertono in concordanza colle precedenti misure che, ancora a parità di splendore nel rosso, aumenta lo splendore dell'osmio in confronto a quello del carbone col diminuire della lunghezza d'onda. L'osmio appare quindi migliore radiatore di luce che il carbone, si avvicina cioè più di questo a quell'ideale di corpo irradiante destinato all'illuminazione, preconizzato dal Lummer, di un corpo che assorba a temperature elevate piuttosto i raggi luminosi che i raggi calorifici, che sono in gran parte riflessi, ed emetta quindi, per la legge di Kirchhoff, preferibilmente i primi che non i secondi. È naturale allora che per queste sue favorevoli proprietà selettive, il rendimento ottico della lampada ad osmio a parità di splendore nella luce bianca, cioè almeno approssimativamente a parità di temperatura, debba essere più elevato che il rendimento ottico della lampada a carbone, nè la differenza è piccola, chè per uno splendore di 0.2 candele per mmq. si ha un'energia irradiata rispettivamente di 0.265 e di 0.476 watt, e per uno splendore prossimo a quello d'una lampada ad osmio in funzionamento normale, di 1.2 candele per mmq., un'energia irradiata di 0.540 e 0.900, corrispondente quest'ultima per il carbone ad un consumo specifico di 2.4 watt per candela: nei due stadi qui considerati il rendimento ottico della lampada ad osmio risulta 1.8 e 1.7 volte maggiore di quello della lampada a carbone. Che se poi confrontiamo l'energia irradiata w_o e lo splendore b_o della lampada ad osmio cimentata con consumo specifico di 1.46 watt per candela, valore trovato in corrispondenza alla tensione normale di 44 volt, con l'energia irradiata w_c e lo splendore b_c della lampada a carbone cimentata con 3 watt per candela, abbiamo che, essendo

$$\frac{w_c}{w_o}\frac{b_o}{b_c} = \frac{0{,}780}{0{,}532} \times \frac{1{,}160}{0{,}816} = 2.09,$$

il rendimento ottico della lampada ad osmio risulta più che doppio di quello della lampada a carbone, ciò che, risultando anche dal confronto dei consumi specifici, costituisce un importante controllo per le nostre misure.

Digitized by Google

Quanto alla qualità della luce emessa, il confronto eseguito sugli spettri ci avverte che, a parità di splendore nel colore rosso, la luce emessa dal filamento ad osmio è sempre più bianca di quella emessa dal filamento a carbone, e che quindi non è esatto il dire (1) che la luce della lampada ad osmio appare essere quella d'una lampada a carbone, alquanto più cimentata che d'ordinario, le due luci rimanendo sempre sensibilmente eterocromatiche, come è facile anche rilevare quando si esegue il confronto fotometrico ordinario.

Ci resta a toccare la questione più scottante, quella della temperatura dei due filamenti: innanzi tutto è interessante osservare che se potessimo fare astrazione dalla diversità delle costanti ottiche dei due corpi irradianti, quale appare da tutte le esperienze eseguite, la considerazione dell'energia irradiata per mmq., ci condurrebbe a ritenere più freddo il corpo che emette minore energia per unità d'area, e assimilati entrambi i corpi al corpo nero, la legge di Stephan-Boltzmann, nella forma datagli dal Guillaume (2),

$$w = 5.32\ (T_2^4 - T_1^4)\ 10^{-14}$$

dove T_1 e T_2 sono rispettivamente le temperature assolute dell'involucro ricevente e della superficie emittente, e la costante può essere considerata come il potere emissivo del corpo nero, ci porterebbe a stabilire che il filamento d'osmio ha una temperatura di circa 150° inferiore a quella del filamento a carbone, entrambi nelle medesime condizioni normali di funzionamento assunte per stabilire il rapporto dei rendimenti ottici.

In tali condizioni però anche la luce emessa dall'osmio sarebbe molto minore, se ciò non avviene è, almeno in gran parte, perchè l'osmio è miglior radiatore di luce che il carbone: questa differenza nelle proprietà ottiche dei due corpi irradianti ci costringe a prendere altra via. Se fossimo in grado di confrontare l'irradiamento del filamento ad osmio con quello del corpo nero, ad eguale splendore per una zona qualunque dello spettro, potremmo affermare, come abbiamo visto nella prima parte di questo lavoro, essere la temperatura dell'osmio superiore a quella del corpo nero; resta a vedere se altrettanto possiamo affermare quando si sostituisca al corpo nero il filamento d'una lampada a carbone. Le diverse prove ese-

(1) Baily, loc. cit.
(2) Loc. cit.

Digitized by Google

guite, specialmente il confronto degli spettri delle due lampade, mostrano che l'osmio è più lontano dal corpo nero che non il carbone, le stesse curve dello splendore e del consumo specifico della fig. 1, che ci mostrano che il primo aumenta e il secondo diminuisce da per tutto più rapidamente per l'osmio che non per il carbone, ci lasciano presumere che ciò avviene, almeno in gran parte, perchè la temperatura assoluta del filamento irradiante varia in funzione dell'energia irradiata secondo una potenza per l'osmio più elevata che non per il carbone, ciò che porta, per quanto abbiamo visto sulla variazione delle costanti della legge di Stephan-Boltzmann per i diversi corpi, alla medesima conclusione.

D'altra parte il carbone, fra i corpi esistenti, è certamente uno di quelli che si avvicina di più al corpo nero, mentre l'osmio si avvicina grandemente al platino, che fra i corpi studiati risulta il più lontano dal corpo nero; una prova della parentela di questi due metalli, che a me interessa sopra ogni altra di rilevare, si ha nella stretta analogia che presentano gli spettri d'emissione di questi due corpi, quali risultano in un atlante recente di tali spettri (1); non è nemmeno escluso, per quanto non probabile, almeno per l'osmio quale si presenta nel filamento della lampada, che l'osmio si distacchi ancora più del platino dal corpo nero.

È quindi assai probabile che per l'osmio in confronto al carbone valga la stessa legge che abbiamo visto per i corpi colorati in confronto al corpo nero, per quanto l'esperienza non abbia finora dimostrato come impossibile che le curve della distribuzione dell'energia dello spettro, relative alla medesima temperatura e a due corpi molto diversamente colorati, abbiano a intersecarsi.

Un criterio per stabilire il valore minimo della differenza di temperatura del filamento ad osmio, in confronto alla temperatura del filamento a carbone, ci è allora offerto dai risultati sperimentali ottenuti secondo il principio del pirometro ottico di Holborn e Kurlbaum, espressi dalla curva a « luce rossa » della fig. 3: questa curva ci dice che la lampada ad osmio in funzionamento normale, quindi con un'energia irradiata di 0.532 watt per mmq., ha il medesimo splendore del filamento a carbone, che emette un'energia di 0.800 watt per mmq., corrispondente a un consumo specifico di circa 2.9 watt per candela; la sua temperatura è quindi superiore a quella del fila-

(1) Hagenbach und Konen, *Atlas der Emissionsspektren der meisten Elementen*, 1905.

Digitized by Google

mento a carbone in tali condizioni di funzionamento; ma questo limite inferiore sarebbe certamente aumentato qualora si fosse potuto prendere per il confronto un'irradiazione di minore lunghezza di onda, dalle misure spettrali risultando necessario un ulteriore aumento di temperatura del filamento di carbone per raggiungere, per esempio per il violetto, il medesimo splendore del filamento d'osmio. Se assumiamo in mancanza di meglio, come termine di confronto, lo splendore nella luce bianca, e quindi la curva a « luce bianca » della fig. 3, per quanto, per le ragioni esposte in antecedenza, degna di minor fiducia, noi troviamo che la temperatura del filamento d'osmio in condizioni normali di funzionamento, dovrebbe essere anche superiore a quella di un filamento di carbone irradiante 0.900 watt per mmq, avente cioè un consumo specifico di 2.4 watt per candela.

Se si pensa che, per portare una lampada a incandescenza ordinaria da un consumo specifico di 3 ad un consumo specifico di 2.4 watt per candela, occorre aumentarne la temperatura di forse una settantina di gradi, come è facile verificare assimilando il carbone al corpo nero, arriviamo al risultato che la temperatura del filamento ad osmio è di almeno 70° superiore a quella di un filamento di carbone a 3 watt per candela.

Per ciò che riguarda il limite superiore di questa temperatura, possiamo combinare il risultato dianzi accennato relativo allo splendore nel rosso, colla constatazione fatta da Holborn e Kurlbaum col loro pirometro ottico (1) che al punto di fusione del platino, notoriamente corrispondente a 1780°, corrisponde uno splendore nel rosso ottenuto col corpo nero a una temperatura di 235° più bassa; arrotondando questa cifra in 230°, trascurando i pochi gradi di differenza di temperatura fra la lampada a carbone esercitata a 2.9 watt per candela e quella esercitata a 3, e ritenendo per compenso che esista la medesima differenza nelle costanti ottiche fra il carbone e l'osmio, come fra il corpo nero e il platino, concludiamo che la temperatura del filamento ad osmio può essere al massimo forse di 230° superiore a quella del filamento a carbone, cimentato a 3 watt per candela.

Fra il valore minimo di 70 e il valore massimo di 230 si ha un intervallo di ben 160°; le teorie moderne dell'irradiamento non pretendono di fissare la temperatura di un filamento incandescente

(1) Loc. cit.

Digitized by Google

entro limiti molto più ristretti di questi, così il Lummer (1) fissa la temperatura di una lampada a incandescenza ordinaria in condizioni normali fra 1875 e 2100°, prendendo il valore medio di 1990° e aggiungendo a questo la differenza di temperatura media di 150° che risulta dai nostri calcoli, arriviamo a una temperatura assoluta del filamento ad osmio di 2140°, con tale risultato intendendosi, beninteso, di dare solo l'ordine del valore di tale temperatura.

Possiamo finalmente concludere: le qualità selettive più pronunziate dell'osmio e la temperatura più elevata, a cui questo materiale può essere portato contribuiscono insieme alla superiorità della lampada ad osmio su quella a incandescenza a carbone, più particolarmente le costanti ottiche più favorevoli influiscono più specialmente sul consumo specifico della lampada e sulla bianchezza della luce emessa, la maggior temperatura soprattutto sul più intenso splendore del filamento.

La lampada ad osmio, anche se non è destinata a rappresentare l'ultima parola nella tecnica della illuminazione a incandescenza, segna però un passo notevole verso quell'ideale, preconizzato dalla teoria, di un corpo irradiante atto per sua natura specialmente ad emettere radiazioni luminose e atto insieme a sopportare elevate temperature.

*
* *

La parte sperimentale di questo lavoro fu eseguita nel Laboratorio di elettrotecnica della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Roma; uno degli strumenti campioni fu però fornito dal Gabinetto di fisica tecnica per cortesia del prof. M. Ascoli; inoltre il microscopio di Bamberg fu prestato dal Gabinetto di geodesia per la gentilezza del prof. V. Reina, e il fotometro spettrale di Krüss dalla Società Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma per mezzo del mio professore comm. G. Mengarini. A queste egregie persone i miei ringraziamenti.

(1) Loc. cit.

Digitized by Google

N. 14.

LE MODERNE LAMPADE AD INCANDESCENZA

CONFERENZA

tenuta dal **Prof. CARLO MONTÙ** *alla Sezione di Napoli dell'A. E. I. nella Seduta del 16 aprile 1905.*

Fra le applicazioni industriali della corrente elettrica certamente quella maggiormente estesa è l'illuminazione con lampadine ad incandescenza.

È quindi giustificato come a migliorare ed a rendere sempre più economica tale illuminazione abbiano in poco più di un ventennio atteso con diuturno studio scienziati e pratici: riesca a voi gradita questa mia comunicazione, colla quale io ho cercato di presentarvi i più moderni tipi di lampade ad incandescenza, darvene una generica descrizione e infine richiamare la vostra benevole attenzione sopra un esame comparativo fra i vari tipi oggidì usati, ed in rapporto all'incandescenza a gas con reticelle Auer, che sono dell'illuminazione elettrica il concorrente più valoroso. E prima di cominciare vada sentito il mio ringraziamento al prof. Lombardi per avermi permesso di eseguire le lunghe esperienze nel laboratorio della Scuola, agli amici ing. Melazzo e dott. Scarpa per il valido aiuto prestatomi.

***

Come termine fondamentale di confronto io ricorderò la lampadina a carbone ordinaria con filamento semplice e la cui temperatura normale di funzionamento è compresa fra i 1565° a 1580°. Ricorderò che le lampade a filamento di carbone si costruiscono oggidì per qualunque intensità luminosa e per tutte le tensioni modernamente anche più elevate nelle reti di distribuzione urbane, aggiungendo che il consumo unitario varia da 5 a 3 watt rispettivamente per le lampade di minima e di massima potenza luminosa. Come sintesi di varie misure fotometriche da me eseguite sopra lampade a carbone di ottima fabbricazione, presento le seguenti tabelle ed il diagramma costruito per la determinazione dell'intensità media sferica nel concetto di Rousseau.

Digitized by Google

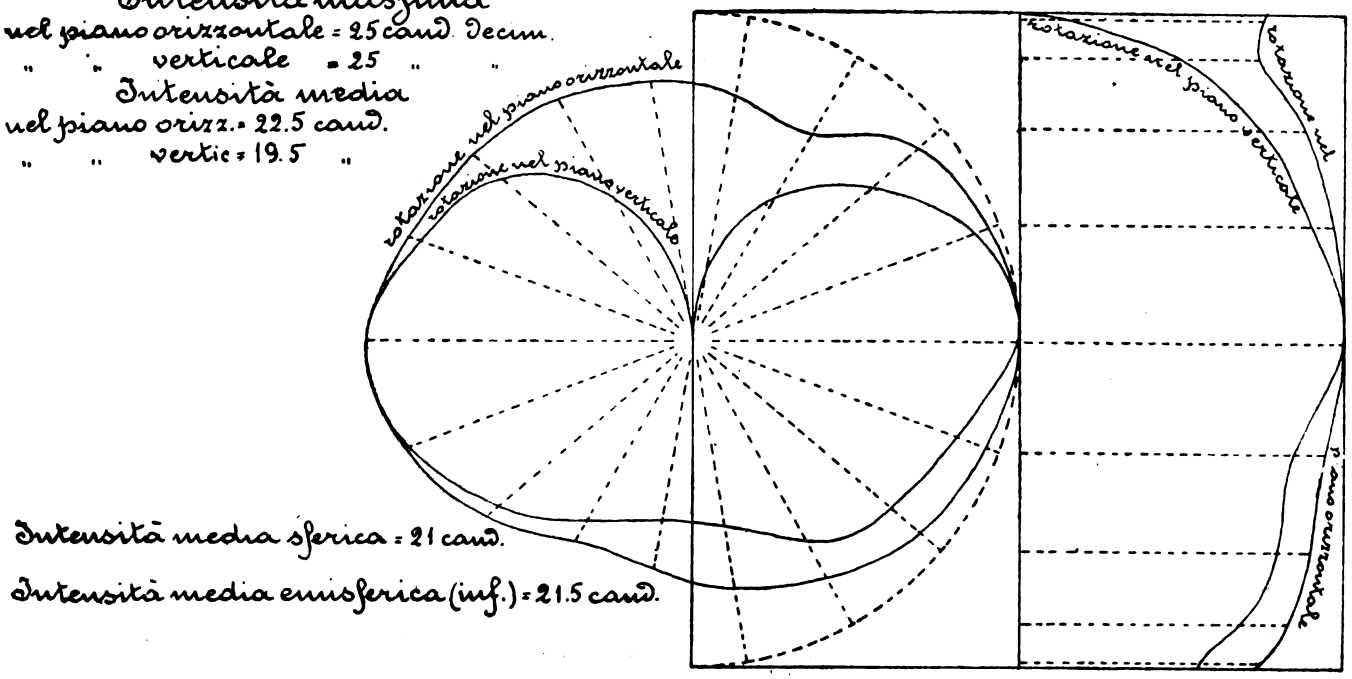
Lampada a filamento di carbone dell'A. E. G. da 110 volt e 25 candele.
$V = 110$ volt , $i = 0{,}805$ amp.

	Rotaz. piano orizzontale	Rotaz. piano verticale
0°	25 cand. dec.	25 cand. dec.
20°	23 „	23 „
40°	22 „	20 „
60°	21 „	16 „
80°	20 „	14 „
100°	19 „	14 „
120°	18 „	18 „
140°	23 „	20 „
160°	24 „	21 „
180°	25 „	25 „
200°	24 „	23 „
220°	23 „	18 „
240°	21 „	13 „
260°	19 „	3 „
280°	18 „	2 „
300°	17,5 „	13 „
320°	21 „	19 „
340°	23 „	22 „
360°	25 „	25 „

Dall'esame di questo diagramma consegue che la lampada ordinaria a filamento di carbone ha pressochè tutt'attorno una intensità luminosa costante, e poichè la resistenza meccanica del filamento è notevole, così si può dire che tale lampadina si può, come del resto usasi in pratica, disporre in una posizione inclinata qualunque (fig. 1).

È notorio poi che le lampade di buona fabbricazione possono impunemente e fino ad un certo punto economicamente farsi funzionare a tensione forzata: ciò si può riscontrare dalla tabella, ed è facile giustificare il successivo minor consumo d'energia quando si pensi che il coefficiente di variazione del carbone per la temperatura è negativo e quindi la corrente cresce notevolmente col crescere della tensione e cresce quindi il lavoro di Joule, causa prima dell'incandescenza del filamento.

Digitized by Google



Lampada a filamento di carbone - A.E.G.
110 volt - 25 candele -

Fig. 1.

Digitized by Google

Comportamento di una lampada a filamento di carbone A. E. G. da 110 volt e 25 candele a tensione variabile di corrente continua.

V	*i*	I candela dec.	Watt per candela
80	0,552	3,1	14
90	0,638	6,6	8,7
100	0,720	13	5,5
110	0,805	25	3,5
120	0,880	37	2,8
130	0,966	56	2,3
140	1,076	90	1,7
150	1,176	130	1,4

Io ho arrestato la prova a 150 volt, perchè per la conseguente temperatura le proiezioni carboniose sul bulbo lo annerivano per modo da rendere completamente illusoria la misura. Per ultimo ho esaminato il comportamento della lampada nella sua vita, e dal seguente specchio si può rilevare come le cifre sieno in accordo con quelle generalmente trovate dai vari sperimentatori. In 400 ore la diminuzione percentuale nell'intensità luminosa è quasi nulla per lampade di perfetta fabbricazione e non è in ogni caso superiore al 10 per cento, e l'aumento nel consumo di energia non supera la precedente percentuale.

Comportamento di una lampada A. E. G. a carbone da 110 volt e 25 candele a corrente continua.

Ora	Intensità luminosa	*i*	Watt per candela
0	25 cand. dec.	0,805	3,5
50	25 „	0,805	3,50
100	25 „	0,805	3,5
150	24 „	0,805	3,7
200	24 „	0,805	3,7
250	24 „	0,805	3,7
300	24 „	0,804	3,69
350	24 „	0,804	3,69
400	23 „	0,804	3,85

Digitized by Google

È notorio che le lampadine a carbone hanno una vita di circa 700 ore, epperò si ritenga che, procedendo oltre, comincia a diminuire la potenza in luce, mentre cresce il consumo, riferito però opportunamente al numero di candele rappresentanti l'intensità di luce in quel momento, fino a percentuali che sono rispettivamente e mediamente dell'ordine del 15 per cento e del 20 per cento.

*
* *

Come succedaneo della lampada a carbone è cronologicamente doveroso di parlare per prima della lampada Nernst. Al filamento di carbone è sostituito un breve cilindretto formato con ossidi di sostanze e terre molto refrattarie che possono sopportare temperature molto elevate ed hanno, a temperature inferiori a quelle che si devono raggiungere col carbone, un grande potere irradiante. È ovvia quindi l'economicità della Nernst in confronto della lampada a carbone. A questo vantaggio si contrappone però l'inconveniente notevole che i filamenti adoperati posseggono a temperatura ordinaria una conduttività estremamente limitata, talchè bisogna provvedere con un opportuno congegno accenditore a riscaldare nel primo periodo di accensione il cilindretto refrattario fino a portarlo all'incirca a 600°, per cui cominciando la corrente elettrica ad attraversarlo in quantità sufficiente, dopo un certo tempo si giunge all'incandescenza. Serve all'uopo un sottile filo di platino avvolto sopra un'asticina di sostanza refrattaria che a modo di spirale circonda o sovrasta lo spazio dove si trova il filamento della lampada, ed è attraversato da una corrente derivata fra i morsetti. Con un congegno elettromagnetico l'accenditore funziona così che una volta compiuto l'ufficio suo viene automaticamente escluso dal circuito della corrente. La presenza necessaria di questo congegno è non ultima causa del prezzo elevato della lampadina; senza dire che talvolta esso s'incanta e s'impigrisce, se pure la rinnovazione troppo rapida dell'aria dall'esterno non permette all'accenditore di comunicare la voluta temperatura al filamento.

Molto opportunamente perciò la Casa costruttrice ad ovviare al grave inconveniente di un'accensione isteretica aggiunge ora in derivazione sull'accenditore una ordinaria lampadina a carbone che accendendosi all'inizio non si spegne poi, per il comando dell'apparecchio elettromagnetico, che quando il filamento refrattario abbia raggiunta l'incandescenza.

Alle prime lampade Nernst per circuiti a bassissima tensione oggidì sono state sostituite lampade per tutte le tensioni in uso fino

Digitized by Google

a 250 volt, e per questo notevole progresso l'inserzione loro può farsi in qualunque circuito in modo indipendente.

Avendo pertanto notato che la resistenza specifica del filamento è tanto più piccola quanto più alta la temperatura, per assicurare una certa stabilità di funzionamento e la conservazione della lampada, devesi ovviare all'inconveniente di un eventuale aumento eccessivo della corrente quando cresce la tensione. Tali lampade si costruiscono munendole perciò di conveniente resistenza metallica zavorra, generalmente di ferro, contenuta in apposito tubetto di vetro con contatti a lamine esterne: il tubo s'infila nel sopporto della lampada. La resistenza zavorra consuma energia, e questa inevitabilmente corrisponde ad una diminuzione necessaria di effetto utile dell'apparecchio. Per di più, poichè la sua luce è bianchissima, per renderla uniforme ed inoffensiva la si munisce di globo opalino, talchè anche per questa causa si può ritenere che circa il 15 per cento dell'effetto luminoso venga assorbito dal vetro.

Per le lampade Nernst è poi raccomandato di installarle con riguardo alla polarità e di non mutarne l'orientazione, per evitare che si provochino fenomeni elettrolitici di decomposizione sovratutto dannosi ai contatti, qualora inavvertentemente essi vengano provocati in misura finita prima in un senso e poi nell'altro. Gli accenditori sono fragilissimi e talvolta, soprattutto quando la lampada è in funzione, bastano leggeri urti per romperli.

Il prof. Davidge giustifica la polarità obbligata dalla lampada Nernst, dalla forma conica del filamento refrattario: immaginando un vero e proprio trasporto di materia dalla base all'apice del cono, se s'inverte la corrente il trasporto avverrà dall'apice alla base e quindi molto celeremente il filamento si rompe all'apice. È quindi da raccomandarsi vivamente ai montatori che seguano costantemente la buona norma pratica di collegare al polo positivo della linea il contatto metallico inferiore del portalampade a vite, con che l'anello o ghiera sarà a potenziale nullo o negativo: altrimenti è preferibile il portalampade a baionetta che, per quanto andato in disuso da noi, ha pur sempre in generale dei pregi incontestabili, e in questo caso particolare soprattutto si presta per evitare dannosi equivoci.

La lampada Nernst è quasi autoregolatrice a potenziale costante: una variazione di potenziale ha minor effetto sulla quantità di luce per la lampada Nernst che per le lampade ordinarie a filamento di carbone, giacchè una parte della caduta di tensione avvenendo a traverso la resistenza zavorra e diminuendo la resistenza del filamento o cilindretto refrattario col crescere della temperatura, la ten-

Digitized by Google

sione agli estremi dell'organo luminoso resta quasi costante, mentre varia quasi esclusivamente ai capi della resistenza zavorra.

Comportamento di una lampada Nernst da 0,5 ampère e 110 volt a tensione variabile di corrente continua.

V	i	I candele	Watt per candela	Osservazioni
80	0,175	1,6	8,8	
90	0,250	4,2	5,4	
100	0,422	21	2,02	
110	0,505	32	1,74	
120	0,520	35	1,80	
130	0,625	46	1,80	fulminaz. della zavorra
140	0,700	56	1,80	
150	—	—	—	fulminaz. della zavorra

Dopo queste prove a tensione forzata il bastoncino e tutto il congegno di accensione non hanno subito alcun deterioramento e ricambiata la resistenza zavorra si è ancora avuto a 110 volt

$i = 0{,}47$, $I = 32$ cand. decim., $W_1 = 1{,}62$ watt.

Come appare dalla tabella, tentando di forzare la tensione, si deteriora rapidamente la resistenza zavorra senza che il bastoncino abbia fornito effettivamente, pel maggiore consumo di energia, una quantità di luce proporzionalmente più elevata. In altri termini, per notevoli variazioni della tensione si hanno minime variazioni di corrente. La resistenza zavorra è costituita da un filo di ferro avvolto a spirale doppia, sostenuto da una forchetta metallica, e chiuso in un'ampolla riempita d'idrogeno per proteggerlo dall'ossidazione. Per quanto fu detto, la resistenza zavorra ha una parte notevole nella vita della lampada: da una prova pratica istituita sistematicamente in un impianto privato io mi sono convinto che dall'attenta installazione delle resistenze zavorra dipende il buon servizio o meno delle lampade Nernst.

Digitized by Google

Lampada Nernst da 0,5 ampère e 110 volt.

$V = 110$ volt , $i = 0{,}47$ amp.

	Rotaz. piano orizzontale	Rotaz. piano verticale
0°	9 cand. dec.	21 cand. dec.
20°	10 „	25 „
40°	15 „	27 „
60°	18 „	31 „
80°	21 „	32 „
100°	21 „	31 „
120°	18 „	27 „
140°	14 „	27 „
160°	10 „	26 „
180°	8 „	25 „
200°	10 „	6 „
220°	14 „	4 „
240°	18 „	2 „
260°	21 „	0,5 „
280°	21 „	1,1 „
300°	18 „	2 „
320°	15 „	4 „
340°	10 „	6 „
360°	9 „	21 „

I contatti a lamine intanto, sovratutto ove vi sieno evaporazioni acide, si staccano facilmente dall'ampolla, fra il filo e la lamina si formano sedimenti e quindi nascono resistenze di contatto che impigriscono il congegno elettromagnetico: talvolta poi per lo scuotimento dei fili entra dell'aria nell'ampolla e quindi i fili di ferro si deteriorano. Per ultimo è interessante badare alla posizione delle spiraline zavorra nello spazio e cioè evitare che esse si trovino inclinate e nello stesso piano verticale della forchetta metallica centrale di sostegno. Avvenendo un allungamento termico della spiralina superiore, essa nel disporsi a catenaria viene in contatto della forchetta e si provoca perciò subito il corto circuito e quindi l'abbru-

Digitized by Google

ciamento della zavorra stessa. Del resto, la Casa costruttrice col nuovo dispositivo a lampadina ausiliaria suggerisce tassativamente di disporre la lampadina verticale, ed è questa effettivamente la posizione migliore anche per la più conveniente utilizzazione del fenomeno luminoso, come si rileva dalla tabella e dal diagramma per la determinazione dell'intensità media sferica nel concetto di Rousseau (fig. 2).

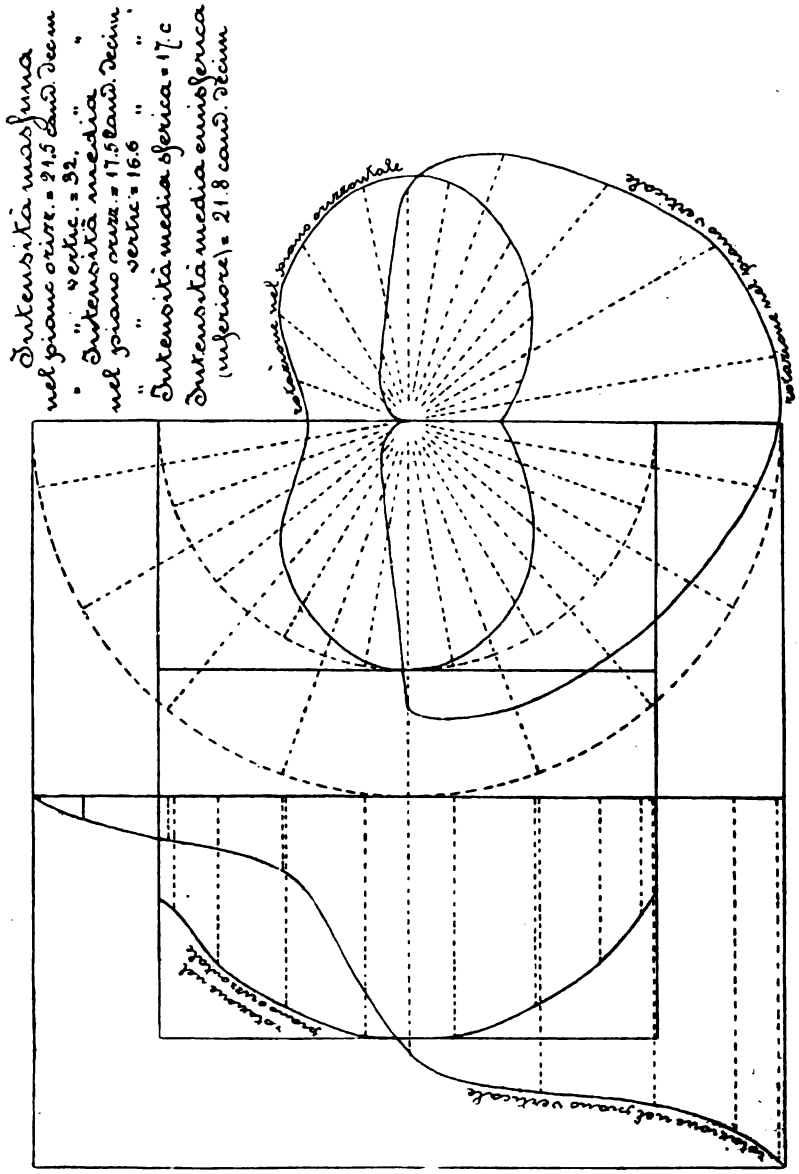


Fig. 2.

Digitized by Google

Dalla predetta esperienza pratica da me istituita ho dedotto che sebbene una lampada Nernst possa durare anche oltre e molto più di 300 ore, però non è economicamente conveniente di mantenerla in uso per un tempo maggiore, giacchè il consumo cresce così che val meglio ricambiare la zavorra dopo un 200 ore e mutare l'accenditore dopo appunto 300 ore circa di funzionamento. È pregio grandissimo di questa lampada il ricambio parziale dei diversi pezzi ed il tenue prezzo di ognuno può facilmente persuadere del mio asserto quando si traducano in numeri metallici di costo le cifre consegnate nella tabella seguente che si riferisce ad una lampada da 110 volt sperimentata intatta per 400 ore.

Comportamento di una lampada Nernst da 110 volt 0,50 ampère con corrente continua.

Ora	Intensità luminosa	i	Watt per candela
0	34,5	0,486	1,55
50	28	0,485	1,88
100	26	0,477	2,00
150	22	0,469	2,35
200	22	0,469	2,35
250	18	0,465	2,65
300	16	0,460	3,15
350	13	0,458	3,80
400	13	0,459	3,82

Questa stessa lampada, dopo il predetto funzionamento di 400 ore, per il ricambio della sola resistenza zavorra ha dato 18 candele e 2,9 watt di consumo unitario: ricambiando invece soltanto l'accenditore e conservando la zavorra antica, ho riscontrato una intensità luminosa di 25 cand. ed un consumo unitario di 2,15 watt.

In verità la lampada tipica e preferita e raccomandata dalla Casa costruttrice è quella da 220 volt per la quale il consumo unitario medio non supera watt 1,85 e la durata utile è di circa 400 ore, essendo la disgregazione del cilindretto tanto meno pronunziata quanto più debole è la intensità della corrente, ossia quanto più alta è la tensione. Io ho sperimentato sopra una lampada da 110 volt all'unico scopo di paragonare fra loro lampade ad eguale tensione, epperò non ho creduto superfluo accennare al miglior funzionamento

Digitized by Google

delle lampade Nernst da 220 volt. Questa lampada pertanto, che noi chiamiamo ad incandescenza, ha però alcuni caratteri sostanzialmente diversi dalle ordinarie lampade ad incandescenza e fra tutti quello di non bruciare nel vuoto: per tale fatto essa irradia una notevole quantità di calore, e può esser questo un pregio del quale pure devesi tener calcolo.

Riferendomi sempre alla prova di esercizio pratico, coll'adozione delle lampade Nernst io avrei realizzato un'economia del 23 per cento in confronto della spesa di corrispondenti lampade a carbone da 25 candele, e voglio fermarmi di proposito su questa cifra per affermare che non ho creduto di ragguagliare l'economia a corrispondenti lampade da 32 candele, perchè è inconveniente delle Nernst a basso potenziale di non esistere per intensità luminose minime: in ambienti chiusi di ordinarie dimensioni 25 candele sono in genere esuberanti. La lampada Nernst, che segna un grandissimo progresso nell'illuminazione elettrica, rappresenta per me una lampada intermediaria fra l'incandescenza e l'arco, ma concorrente più temibile per l'arco, di cui non ha l'inconveniente del ricambio periodico dei carboni, che per la vera incandescenza. Quest'ultima deve essere l'illuminazione degli umili e quindi suscettibile di potenzialità comprese fra i più vasti limiti.

*
* *

Delle lampade ad osmio, dopo quanto ebbe a dirne all'Associazione Elettrotecnica l'illustre mio amico prof. Lombardi, credo superfluo il parlarne a lungo. Mi limiterò a ricordare che la lampada ad osmio è ad incandescenza nel vero senso della parola: la temperatura normale di funzionamento di queste lampade è compresa tra 1430° e 1440°, cioè circa 100° meno di quella dei filamenti di carbone, epperò il potere illuminante dei filamenti di osmio è una volta e mezzo quello dei filamenti di carbone. Questo duplice fatto ha per effetto che la lampada ad osmio presenti una maggiore durata ed un'economia notevolmente maggiore, caratterizzata da una spesa di energia inferiore sempre ad 1,5 watt per candela decimale.

La composizione del filamento ha però per inconveniente conseguenza una completa flessibilità di esso a temperature anche inferiori a quella di funzionamento normale, e le lampade che hanno l'aspetto di quelle ordinarie a carbone, e potrebbero quindi essere comunque usate, non possono perciò esser disposte, nemmeno durante le misure, a notevoli inclinazioni rispetto alla verticale, senza pericolo di deformazioni permanenti.

Digitized by Google

Comportamento di una lampada ad osmio da 20 volt a tensione variabile di corrente continua.

V	Int. cand. dec.	Watt per candela
20,5	22	1,18
25	46	0,99
30	99	0,65
35	171	0,49
40	275	0,38
50	416	0,32

Comportamento di una lampada ad osmio da 20 volt di corrente continua a tensione normale.

Ora	V	Int. cand. dec.	Watt per candela
0	20	14,8	1,50
250	20	16,8	1,32
1000	20	15	1,40

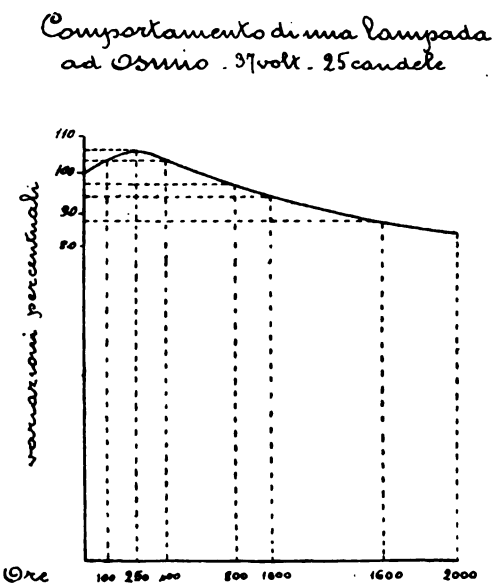
La fabbricazione dei filamenti di osmio è laboriosissima: l'osmio metallico si prepara dai residui insolubili nella dissoluzione del platino nell'acqua regia e quindi con una corrente di ossigeno si ricava il tetrossido di osmio, dal quale con processo di riduzione si ha il metallo puro. Attesa la fragilità si ricorre poi all'artificio di fare una miscela di osmio pulverulento con sostanze organiche agglutinanti facili a carbonizzare, e quindi ottenere per trafile i filamenti pastosi che poi carbonizzati costituiscono i filamenti delle lampade che si asciugano poi nel vuoto. Tali filamenti sono però sempre porosi, la loro superficie è rugosa, e osservati al microscopio presentano numerosi forellini.

L'unione dei filamenti d'osmio ai conduttori della corrente della ghiera viene ora fatta direttamente per fusione con arco elettrico, e ciò con notevole vantaggio onde evitare il lento sviluppo di gas eventualmente occlusi nel mastice prima adoperato. Le lampade ad osmio vennero fino a questi ultimi tempi fabbricate fino a 44 volt soltanto, e questo limite era un ostacolo grave per generalizzarne l'impiego: oggidì si fabbricano pure per 110 volt. È fuor di dubbio

Digitized by Google

che per quanto il costo della lampada ad osmio sia e debba, per le sue difficoltà di fabbricazione, essere rilevante, pur tuttavia essa rappresenta la lampada ad incandescenza tipica ed economica quando si trovi modo di confezionarla per le diverse tensioni d'esercizio e per le diverse intensità luminose, dando al filamento forma e posizione conveniente per garentirne l'incolumità nei trasporti e nell'uso.

I filamenti delle lampade ad osmio da 37 volt e 25 candele hanno il diametro di mm. 0,087 e lunghezza di 280 mm., cioè molto superiore a quella dei filamenti di carbone. Recenti esperienze assegnano alle lampade ad osmio durate di vita di parecchie migliaia di ore. Il coefficiente di variazione colla temperatura è tale per cui ad un aumento del 10 per cento nella tensione corrisponde solo un aumento del 6,5 per cento nella corrente, mentre con una lampada a carbone l'aumento sarebbe circa del 12 per cento: corrispondentemente la luce nella lampada ad osmio si rinforza solo del 40 per cento, mentre aumenterebbe dell'80 per cento in quella di carbone, deteriorandola notevolmente. Le oscillazioni della tensione influiscono meccanicamente ed otticamente, quindi molto meno nelle lampade ad osmio.



Fg. 3.

Parecchie Società ferroviarie hanno adottato tali lampade alimentandole con batterie di pochi accumulatori: le vibrazioni del treno appaiono innocue e ciò per la natura stessa del filamento che in posizione normale viene ad avere un supporto molto elastico e nei periodi di accensione diventa pastoso (fig. 3).

È interessante la curva di variazione percentuale qui riportata, ed è interessante pure aggiungere che la lunga durata deriva probabilmente dal fatto che il filamento d'osmio per il modo col quale viene fabbricato è adoperato in uno stato rugoso tanto che prima di licenziare una lampada la si deve sottoporre ad una operazione di levigazione a caldo per raggiungere una condizione di regime costante. La superficie del filo non è piana e quindi la parte attiva

Digitized by Google

è superiore alla misurabile. Durante l'uso le scoriazioni del filamento scompaiono, esso diventa liscio, talchè la superficie esterna diminuisce, e poichè non diminuisce l'energia assorbita, deve inevitabilmente aumentare il potere illuminante. Tale aumento di luce è quasi una compensazione del deterioramento che avviene insensibilmente nel filamento per altre cause, sicchè puossi dire che l'osmio funziona non tanto come un filo incandescente, quanto come un aggregato di particelle convenientemente orientato.

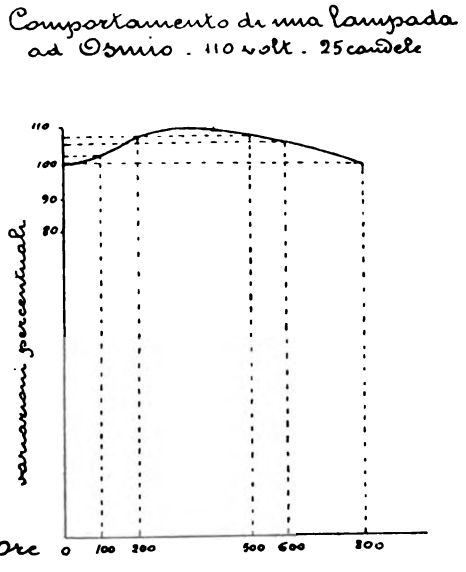


Fig. 4.

Le lampade ad osmio poi anche dopo lunghissima vita non anneriscono, e ciò dipende dal fatto che il filamento a regime non acquista tale temperatura da polverizzarsi: la polverizzazione avviene più facilmente a tensione minore che a tensione forzata. Oggidì dopo aver curata la fabbricazione anche nel senso di evitare possibili emanazioni velenose di tetrossido di osmio che si forma per la rottura del bulbo, si tenta la costruzione di questa lampada per 110 volt e dopo aver invano cercato di disporre il filamento secondo il passo di un'elica si è tornati alla disposizione ordinaria del filamento (fig. 4). Con una di tali lampade il signor Fritz Blau ha ricavato il seguente diagramma dal quale pertanto ricavasi che la durata stragrande della primitiva lampada viene per tale tensione notevolmente ridotta.

***

La Casa Roberston fabbrica delle lampade ad incandescenza a Wytelite che brucia con luce molto più bianca di quella delle ordinarie lampade ad incandescenza, ed è soprattutto da notare la forma speciale data al globo di vetro che, anzichè allungato, è perfettamente circolare: con questo semplice artifizio la superficie del bulbo è notevolmente aumentata e quindi si ovvia all'inconveniente dell'annerimento del bulbo, inevitabile del resto per poter aumentare la temperatura del filamento senza diminuire la vita della lampada.

Digitized by Google

Queste lampade non sono pertanto economiche perchè, nella durata della loro vita, consumano mediamente 3,5 watt e però rappresentano un progresso nel senso di fornire luce molto bianca.

*
* *

Vengono per ultime le lampade a tantalio comparse in questi giorni sul mercato e delle quali sono lieto di potervi portare alcune mie personali osservazioni eseguite su sei lampade che ho potuto procurarmi fin da un mese fa.

Esiste un certo numero di metalli aventi un punto di fusione superiore ai 2000° e gli studi furono essenzialmente condotti alla scelta di quello tra essi che permettesse la più facile lavorazione in fili.

Scartati il niobio ed il vanadio per la loro fragilità, si ricorse al tantalio. Ottenuto il tantalio allo stato pulverulento colla riduzione del fluoruro di tantalio e di potassio, lo si compresse e quindi si ricavarono dei nastri metallici che sottoposti a successivi processi di fusione coll'arco elettrico dànno dei regoli metallici di tantalio privi, praticamente, da qualsiasi impurità. Il tantalio metallico arruginisce a 400° e dal colore giallo passa all'azzurro se si aumenta la temperatura. Si lascia martellare con piccoli colpi e si può per tal modo ridurre in forma di lastra: esso si lascia poi trafilare e ridurre in fili sottilissimi. La tenacità dei fili è molto elevata e la durezza dei filamenti stessi, dopo un processo di successivi arroventamenti e martellamenti, è paragonabile a quella del diamante. La resistenza elettrica del materiale alla temperatura ambiente è di 0,165 ohm. per m. 1 di lunghezza e per 1 mmq. di sezione: il coefficiente di variazione è positivo e vale 0,30 fra 0° e 100°. Alla temperatura, cui la lampada funziona colla spesa di 1,5 watt per candela, la resistenza sale a 0,830 ohm. per metro di lunghezza e per millimetro quadrato di sezione. Il coefficiente di dilatazione termica lineare è 79×10^{-5}: il punto di fusione del tantalio è compreso fra 2250° e 3000° e la fusione è preceduta da un rammollimento che sembra limitato ad un intervallo di temperatura di circa 100 gradi. Tutte queste proprietà caratteristiche fanno prevedere come con filamenti di tantalio si possano industrialmente costruire le tanto vagheggiate lampade a filamento metallico.

Le prime lampadine a tantalio, costruite ed esperimentate per bassissime tensioni, provarono la possibilità della costruzione pratica e però dimostrarono, per il celere annerimento dei bulbi, che i filamenti dovevano più accuratamente essere purificati.

Digitized by Google

Migliorati i processi di riduzione e di fabbricazione, si pensò subito ad affrontare il problema delle alte tensioni e però si riscontrò che per una lampada da 110 volt e 25 candele, con un consumo unitario di 1,5 watt occorreva un filamento di 660 mm. Per molti riguardi, quindi, le lampade a tantalio da 110 volt sono di costruzione difficile, giacchè per la praticità costruttiva bisogna che tale lunghezza di filamento trovi posto in globi di vetro di dimensioni poco diverse da quelle di un'ordinaria lampadina. Si avvolse il filamento dapprima in diverse spire e si provarono, ma con risultato negativo, lampade a due e quattro spire. Si notò in tale occasione che il filamento di tantalio, come, del resto, i filamenti di osmio, in corrispondenza del rendimento di 1,5 watt per candela comincia a rammollirsi. L'uso di forme a cappio od a spirale furono perciò da abbandonarsi e così fu pure da proscriversi la forma a filamento libero che obbligava di dover tenere la lampada in posizione verticale. Risultati migliori, ma non soddisfacenti, si ottennero con opportuni sistemi di ancoraggio del filamento: per tal modo la lunghezza del filo venne a sezionarsi in tanti tratti rettilinei sostenuti da appositi uncinetti metallici disposti a raggiera attorno ad una colonnina centrale di vetro ed isolati fra di loro. Per l'appoggio meccanico dato al filamento, la lampada può così funzionare in qualunque posizione. Risolta così la difficoltà di costruzione della lampada a 110 volt, si tentò la costruzione di quella da 220 volt, aumentando gli ancoraggi e distanziandoli così da permettere lo sviluppo del filamento lungo 1350 mm.: i diversi tratti di filo non sono paralleli all'asse, ma disposti paralleli e con una certa inclinazione, allo scopo di non dover eccedere nella lunghezza del bulbo. Gli sforzi non risposero pertanto all'aspettazione e per ora soltanto la lampada da 110 volt è praticamente adoperabile.

Il filo è teso a zig-zag ed alle estremità è piegato e fissato a due connessioni di platino. Il filamento è lungo 650 mm. e il diametro è 0.05 mm.: il peso di un tal filamento è gr. 0,022, e quindi con un chilogrammo di tantalio si possono costruire 45.000 lampade. La forma del filamento è molto stabile e resiste agli scuotimenti anche se forti e prolungati.

Dalle esperienze da me eseguite è risultato che la costruzione della lampada è accuratissima: il vuoto nel palloncino è praticamente perfetto e probabilmente è ottenuto con pompe Sprengel a mercurio, colle quali è possibile giungere fino ad insensibili frazioni di millimetro come differenza fra la colonna barometrica costituita dalla stessa pompa Sprengel e la colonna barometrica della gior-

Digitized by Google

nata, in cui l'operazione di vuoto è stata fatta. Che a tanta perfezione di vuoto si possa giungere con filamenti di tantalio uniti metallicamente ai morsetti di nickel è evidente, perchè sono evitate le difficoltà che i fabbricanti incontrano con filamenti di carbone per ottenere da essi la perfetta espulsione di tutti i gas così detti residuali, i quali, nel servizio delle lampade, spontaneamente espellendosi, guastano il vuoto e concorrono a disgregare il filamento.

Nella tabella sono riportati i risultati delle misure da me eseguite, e la resistenza meccanica del filamento è egregiamente provata.

Comportamento di una lampada a tantalio da 110 volt e 25 candele a tensione variabile.

V	*i*	I cand. dec.	Watt per candela
80	0,290	5,3	4,4
90	0,315	9	3,15
100	0,342	13,7	2,5
110	0,368	25	1,62
120	0,390	29	1,62
130	0,416	40	1,38
140	0,442	56	1,15
150	0,446	69	1,02
160	0,486	85	0,92
170	0,508	118	0,77
180	0,535	120	0,75
190	0,550	137	0,74
200	0,575	157	0,73
210	0,595	193	0,66
220	0,620	214	0,64
230	0,635	229	0,63
240	0,645	230	0,67
250	0,650	230	0,71
260	0,660	230	0,74
270	0,660	230	0,78

Dopo pochi momenti di tensione a 270 volt la lampada si fulminò presso l'attacco inferiore; dopo i 200 volt cominciò l'annerimento delle pareti del bulbo.

Digitized by Google

Di grande interesse è il comportamento delle lampade a tantalio nelle sopraelevazioni di tensione. Con esse si raggiungono i 270 volt, mentre con quelle a carbone il limite è notevolmente inferiore. Studiando la variazione della resistenza del tantalio, si deduce che a freddo essa è cinque volte minore di quella che lo stesso filamento assume alla temperatura corrispondente al regime di 1,5 watt per candela, mentre nelle stesse condizioni la resistenza del carbone diminuisce della metà.

L'annerimento del palloncino è costituito da proiezioni di tantalio metallico: esso quindi non altera il vuoto del palloncino, come, del resto, è dimostrato e confermato dalla lunga vita della lampada, dopo che al disgregamento iniziale succede l'adattamento del filamento stesso alla tensione di servizio. Questo fatto prova pure che alla temperatura d'incandescenza, corrispondente ad un consumo medio di 2,0 watt per candela (circa 1700°), il filamento di tantalio resiste mirabilmente, e sotto tale aspetto e per tale consumo in watt (che per i filamenti di carbone già rappresenta un consumo ridotto) le lampade al tantalio segnano un indiscutibile progresso nella fabbricazione delle lampade ad incandescenza.

Comportamento di una lampada a tantalio da 110 volt e 25 candele con corrente continua.

Ora	Intens. lum.	i	Watt per candela
0	27 cand.	0,37	1,51
50	25 „	0,38	1,68
100	23 „	0,38	1,82
150	21,5 „	0,375	1,92
200	21 „	0,373	1,96
250	18 „	0,372	2,27
300	18 „	0,372	2,27
350	17,5 „	0,371	2,34
400	17,5 „	0,370	2,33

In quanto ai consumi inferiori di 1,5 watt per candela, anche per queste lampade essi sono ottenuti sottoponendole a tensioni superiori a quelle di taratura normale e quindi anche per questi filamenti il disgregamento è abbastanza rapido e tale che in poco più di

Digitized by Google

200 ore di funzionamento una lampada da 27 candele, da me sperimentata, scese a 15, raggiungendo quasi il consumo di 2,5 watt per candela.

Comportamento della precedente lampada a tantalio da 110 volt e 25 candele con corrente continua, oltre la 400ª ora.

Ora	Intens. lum.	i	Watt per candela
400	17,5	0,370	2,33
450	17,5	0,370	2,33
500	17,5	0,374	2,35
550	17,5	0,376	2,36
600	15	0,375	2,70
650	13	0,372	3,10

Oltre le 400 ore di funzionamento normale e fino alla 650ª l'intensità luminosa è scesa da 17,5 a 13 candele circa ed il consumo non ha superato 3,1 watt, sicchè, mediamente, nelle 650 ore di vita, si può ritenere una intensità luminosa di circa 21 candele ed un consumo unitario di circa 2 watt per candela: la lampada che presento è quella che ha funzionato per 650 ore e che non è per nulla annerita.

La luce è quella ordinaria delle lampade a carbone, epperò è a notare che se la disposizione del filamento soddisfa a speciali condizioni fotometriche, viceversa però i riflessi della lampada sono molti e incomodi e quindi potrebbe eventualmente esser conveniente l'adozione di bulbi leggermente opalini.

A tensioni di poco superiori a quella normale (5 o 10 volt in più) ho riscontrato che il rendimento luminoso della lampada a tantalio è ottimo, il consumo medio in watt scende ad 1,7 e la vita della lampada è paragonabile a quella di una lampada a filamento di carbone di pari intensità luminosa, ma di consumo ridotto di 2,5 watt.

Nel funzionamento avviene una notevole deformazione nel filamento, visibile ad occhio nudo: mentre all'inizio esso ha una lucentezza metallica, nel seguito diventa rugoso e si contrae, talchè dal raccorciamento stesso del filo si può arguire il tempo per cui la lampada ha funzionato. I fili sono perciò disposti in principio in forma arcuata sopra i braccetti di nickel e durante il funzionamento

Digitized by Google

il filo stesso raccorciandosi si tende e alle primitive ed ampie pieghe si sostituiscono angoli bruschi che sono altrettanti punti deboli del filamento.

Nelle lampade sottoposte ad alta tensione forzata il punto probabile di rottura è all'attacco inferiore, là ove il filamento è saldato al conduttore della ghiera; in quelle che si rompono per accidente fortuito o per tensione esagerata, la rottura avviene sempre nei punti deboli, cioè nelle piegature.

Comportamento di una lampada a tantalio da 110 volt e 25 candele a tensione forzata, a corrente continua (1).

Ora	V	i	I cand.	Watt per candela	Osservazioni
0	150	0,466	70	1,00	filamento rotto in un 1° punto
56	150	0,445	64	1,05	rotto in un 2° punto
65	150	0,450	68	0,98	rotto in un 3° punto
77	150	0,463	70	0,99	rotto in due altri punti
79	150	0,600	71	1,20	non rimase in azione che metà
83	100	0,693	43	1,62	fulminata completamente

La casa costruttrice nota come speciale vantaggio di queste lampade il loro comportamento nei riguardi della fulminazione. Ho sperimentato la veridicità dell'asserto sottoponendo una lampada a tensione forzata di 150 volt, e allorchè il filamento si rompeva bastavano dei leggieri scuotimenti provocati sotto tensione, cioè senza togliere la lampada dal portalampada, per provocare una automatica risaldatura del filo e quindi ripristinare l'accensione. È quindi assodato che la lampada a tantalio, quando sia fulminata, non deve in ogni caso escludersi definitivamente dal servizio: in servizio normale è molto probabile che essa seguiti a funzionare anche col filamento fulminato e talvolta, anzi, può risultarne un notevole incremento nella intensità luminosa, per quanto pertanto ciò avviene inevita-

(1) Questa lampada aveva già funzionato per 400 ore a tensione normale di corrente alternata.

Digitized by Google

bilmente a scapito della durata. Fu scritto che dopo una vita di circa 300 ore le lampade a tantalio, che inizialmente erano robustissime, diventano fragili e quindi devono essere riguardate da scosse: piacemi però osservare che in quelle sperimentate da me non ebbi assolutamente da dover rilevare tale inconveniente. Ho tentato di studiare il comportamento di una lampada da 110 volt e 25 candele alla tensione di 150 volt, ma dopo 100 ore circa di funzionamento stabile con intensità di 75 candele decimali ed un consumo di 1 watt per candela, il filamento si fulminò all'attacco inferiore e non credo quindi che all'atto pratico un tale impiego forzato possa proficuamente tentarsi.

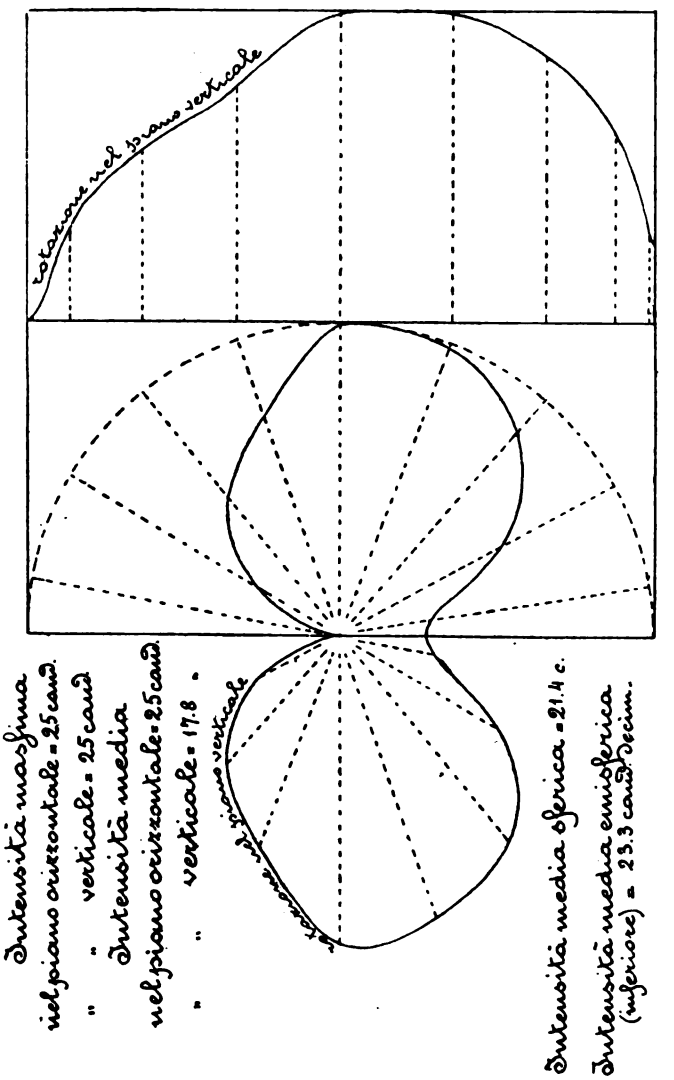
Lampada a tantalio da 110 volt e 25 candele.

$V = 110$, $i = 0{,}37$

	Rotazione piano orizzontale	Rotazione piano verticale
0°	Costante 25 cand dec.	25 candele dec.
20°	" "	24 "
40°	" "	21,5 "
60°	" "	15 "
80°	" "	7 "
100°	" "	8 "
120°	" "	15 "
140°	" "	21,5 "
160°	" "	25 "
180°	" "	25 "
200°	" "	17,5 "
220°	" "	14 "
240°	" "	8 "
260°	" "	1,8 "
280°	" "	1,8 "
300°	" "	8 "
320°	" "	14 "
340°	" "	19 "
360°	" "	25 "

Digitized by Google

Ho determinato anche per la lampada a tantalio l'intensità luminosa nelle varie direzioni e quindi ho costruito il diagramma per la ricerca dell'intensità media sferica nel concetto di Rousseau.



Lampada a Tantalio
-110 volt - 25 candele -
Fig. 5.

È notevole che per la forma speciale cilindrica della superficie incandescente l'intensità orizzontale nelle diverse direzioni è costante: quella nel piano verticale varia con una ragione analoga a quella delle lampade a carbone (fig. 5).

Digitized by Google

La lampada a tantalio, certo, segna un grandissimo progresso nella illuminazione ad incandescenza, e qualora la sua robustezza meccanica sia in ogni caso quella riscontrata da me, per cui la sua vita è di 650 ore, malgrado il costo rilevante della lampadina, si realizzerà con essa sempre una notevolissima economia: resta pertanto l'inconveniente anche per essa di una intensità luminosa esagerata e sovente esuberante per il bisogno dell'illuminazione di locali chiusi, ed io sono persuaso che se essa dovrà effettivamente fare una seria concorrenza alla lampada a carbone, dovrà potersi adattare a tensioni anche maggiori e costruirsi per intensità luminose anche di poche candele. Al raggiungimento del primo scopo la difficoltà è una sola e precisamente quella di aumentare la lunghezza del filamento e quindi o aumentare le raggiere o porle a maggior distanza fra loro, oppure anche munire il sostegno interno di una raggiera centrale di guida: il raggiungimento del secondo scopo invece è da me ritenuto quasi impossibile per la difficoltà di ottenere i filamenti metallici meccanicamente resistenti con diametri sensibilmente diminuiti. È ovvio che i tre ripieghi suggeriti al primo scopo potranno compenetrarsi ed allora soltanto aumentata la fabbricazione e conseguentemente diminuito il prezzo di costo della lampadina, essa potrà soppiantare tutti gli altri attuali sistemi di illuminazione ad incandescenza propriamente detta per intensità luminose, oltre le 20 candele.

***

È da notare pertanto che la lampada ordinaria a carbone puossi impiegare in qualunque posizione e comunque inclinata: la Nernst è da adoperarsi preferibilmente capovolta: quella ad osmio deve pure installarsi così, e finalmente quella a tantalio che, per la disposizione del filo incandescente, è otticamente paragonabile alla luce della reticella Auer a gas, deve come questa impiegarsi installandola col bulbo all'insù, anche per evitare gl'incomodi riflessi che altrimenti si pronunziano.

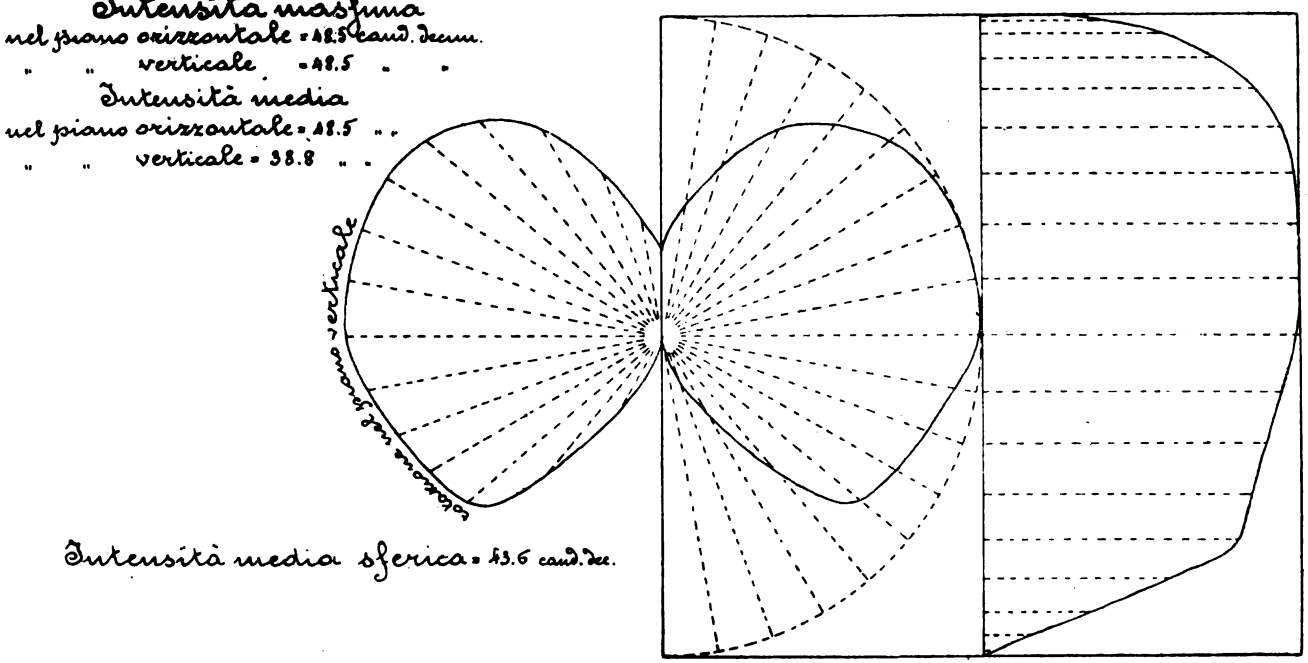
Digitized by Google

Lampada a gas con becco Auer da 50 candele a consumo costante di 116 litri all'ora con tubo di vetro trasparente.

	Rotazione piano orizzontale	Rotazione piano verticale
0°	48,5 candele dec.	0 candele dec.
20°	" "	5 "
40°	" "	27 "
60°	" "	41,5 "
80°	" "	46 "
100°	" "	48,5 "
120°	" "	48 "
140°	" "	42 "
160°	" "	25 "
180°	" "	13 "
200°	" "	25 "
220°	" "	42 "
240°	" "	48 "
260°	" "	48,5 "
280°	" "	46 "
300°	" "	41,5 "
320°	" "	27 "
340°	" "	5 "
360°	" "	0 "

Il becco a gas con reticella Auer è il più formidabile concorrente della incandescenza elettrica, e poichè la comparsa della economica lampada a tantalio fa rinascere le latenti speranze degli elettricisti di poter alfine contrapporre alla reticella un conveniente succedaneo, così ho reputato opportuno determinare e ricercare per una tale illuminazione l'intensità media sferica (fig. 6). Innanzitutto è ovvio che la lampada a tantalio dev'essere allungata: solo con questo artificio i lobi del diagramma relativo all'intensità nel piano verticale assumeranno la forma di quelli competenti all'Auer. Di più, la lampada a tantalio da 110 volt dovrebbe potersi far funzionare normalmente ad una tensione forzata di 135 volt per

Digitized by Google



Lampada a gas - Becco Auer -
consumo orario = 116 litri -

Fig. 6.

Digitized by Google

avere la bianchezza e l'intensità di luce paragonabili all'Auer: il consumo unitario sarebbe in tale condizione mediamente di 1,8 watt circa e se la durata raggiungesse le 400 ore effettivamente la lampada a tantalio sarebbe per la durata e per la spesa di costo e di esercizio, complessivamente paragonabile alla spesa di costo e d'esercizio competente ad un becco con reticella Auer.

Come sintesi delle mie ricerche e delle mie osservazioni ho radunato nella tabella e nei diagrammi il comportamento delle varie sorgenti luminose a tensioni variabili e a regime per la durata di 400 ore, che parmi corrisponda mediamente alla vita delle varie lampade ad incandescenza (fig. 7). È da osservare pertanto che atteso il prezzo bas-

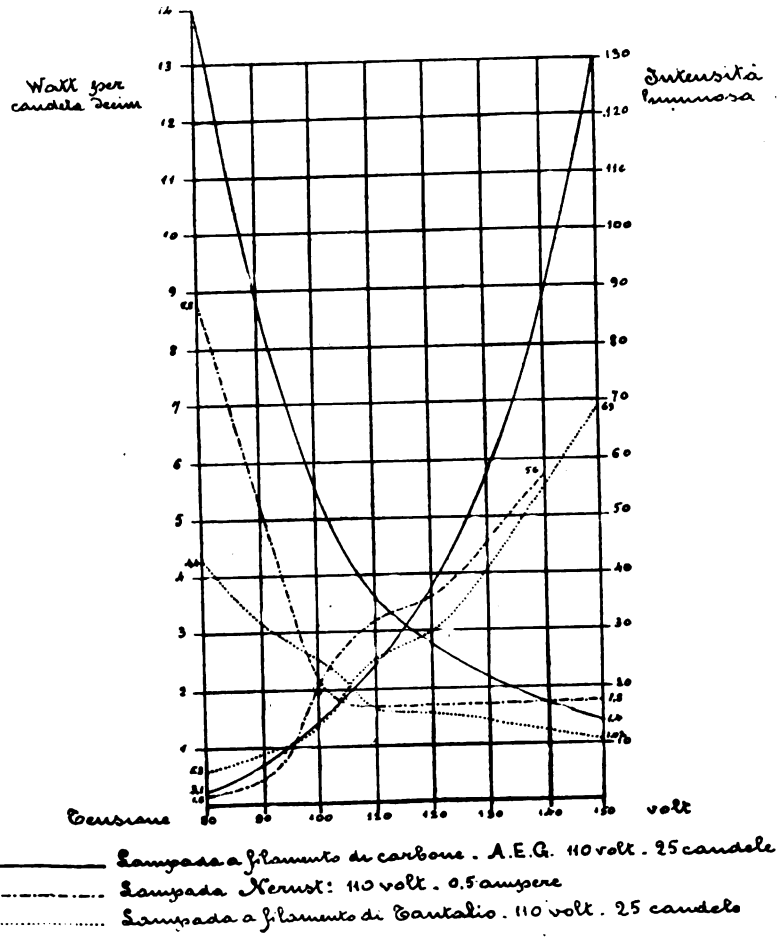
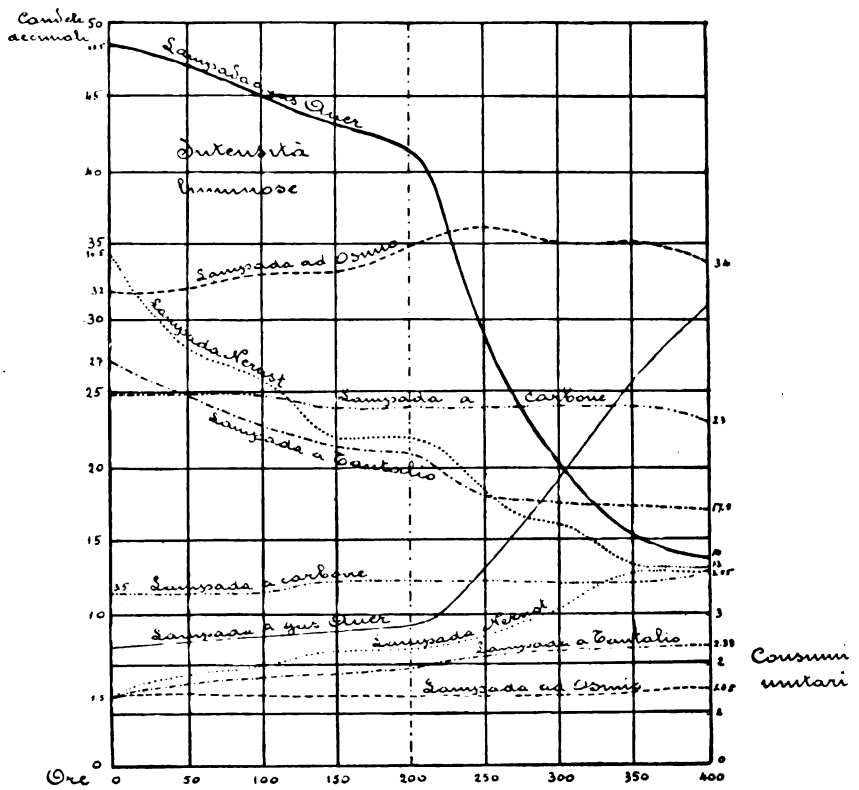


Fig. 7.

Digitized by Google

sissimo delle reticelle Auer, oltre le 200 ore conviene mutare la reticella stessa per avere ancora dei rendimenti opportuni: lo stesso vale per le lampade Nernst il ricambio del cui accenditore è largamente compensato dal consumo. Se si tien conto dei prezzi attuali generalmente usati per l'energia elettrica e per il gas illuminante, è ovvio che le lampade ad osmio tengono nel confronto il primo posto, ed anzi, anche quando si vogliano computare due lampade ad osmio per eguagliare l'intensità luminosa di una reticella Auer, vi sarebbe sempre convenienza per le lampade ad osmio; ma per ora le lampade ad osmio ad alte tensioni sono un pio desiderio, attese le difficoltà di fabbricazione e la fragilità di uso. Non è improbabile che il semplice ed ingegnoso dispositivo adottato pel filamento di tantalio venga esteso pure ai fili di osmio ed allora probabilmente la lampadina omonima diventerà la regina della incandescenza! (fig. 8).



Comportamento delle varie sorgenti luminose

Fig. 8.

Digitized by Google

Nelle attuali condizioni soltanto la lampada a tantalio si approssima proficuamente al confronto, giacchè devesi tener conto che anche per essa ne occorrono due per eguagliare l'intensità luminosa della reticella, a meno che nuovi studi e nuovi esperimenti non portino ad usarne una sola a tensione forzata. Per quanto però la sproporzione fra i due sistemi di illuminazione a tantalio e a gas con reticella venga con questa nuova lampada a diminuire assai, rimane sempre l'inconveniente del prezzo elevato della lampadina a tantalio in confronto del prezzo bassissimo ormai delle reticelle Auer, talchè per questo riguardo una rottura accidentale ha sempre minori conseguenze per una reticella Auer.

Se, del resto, poi, si rammenta ciò che io dissi già circa l'esuberanza di luce delle lampade moderne, e quindi anche delle reticelle Auer, è evidente che all'Auer una concorrenza forte fanno effettivamente e la Nernst e la tantalio, la prima nel senso non tanto dell'economicità di consumo quanto nella economicità di ricambio delle parti, e la seconda invece, e più propriamente per l'esigua spesa di funzionamento e per i pregi incontestabili di immediata accensione e di minima irradiazione di calore. (Vedere diagramma alla pagina seguente).

*
* *

Ed ora: dopo avere constatato che i progressi della tecnica nella fabbricazione delle lampade ad incandescenza si afferma sempre più nel senso di avere disponibile la maggior possibile intensità di luce colla minore possibile quantità di energia elettrica e quindi di spesa, nasce spontanea la domanda se non tarderà a constatarsi nelle stazioni generatrici una esuberanza di energia generata su quella richiesta ed erogata effettivamente agli utenti. E non è indiscreta domanda od oziosa codesta, in quanto la risposta si presta assai bene ad accreditare certe teorie oggi in voga, e cioè la convenienza della municipalizzazione del servizio d'illuminazione non solamente pubblica, ma altresì ai privati.

I fautori, infatti, di queste teorie si domandano, col più vivo interessamento, come potranno gli industriali esercenti distribuire quell'esuberanza e come pareranno al conseguente rinvilio del prezzo. Essi, anzi, si affannano a profetizzare che il rinvilio del prezzo del Kw.-ora fornito per luce si ripercuoterà su quello del Kw.-ora fornito per forza motrice, se gl'industriali esercenti vorranno, come

Digitized by Google

Comportamento delle varie sorgenti luminose esaminate.

Ora	Lamp. carb. $^{110}/_{75}$		Lamp. Nernst $^{110}/_{0\cdot5}$		Lamp. ad osmio $^{110}/_{32}$		Lamp. tantalio $^{110}/_{5}$		Becco a gas Auer	
	Int. lum.	Cons. unit.	Int. lum.	Cons. unit.	Int. lum.	Cons. unit.	Int. lum.	Cons. unit.	Int. lum.	Cons unit.
0	25 cand.	3,5 watt	34,5 cand.	1,5 watt	32 cand.	1,50 watt	27 cand.	1,51 watt	48,5 cand.	2,4 litri
50	25 „	3,5 „	28 „	1,88 „	32 „	1,49 „	25 „	1,68 „	47,0 „	2,47 „
100	25 „	3,5 „	26 „	2,00 „	33 „	1,45 „	23 „	1,82 „	45,0 „	2,58 „
150	24 „	3,7 „	22 „	2,35 „	33 „	1,45 „	21,5 „	1,92 „	43,0 „	2,70 „
200	24 „	3,7 „	22 „	2,35 „	35 „	1,40 „	21 „	1,96 „	41,5 „	2,80 „
Media in 200 ore	**24,75 candele**	**3,58 watt**	**27,60 candele**	**1,98 watt**	**32,5 candele**	**1,47 watt**	**23,5 candele**	**1,78 watt**	**45,90 candele**	**2,54 litri**
250	24 „	3,7 „	18 „	2,65 „	36 „	1,40 „	18 „	2,27 „	29,0 „	4,00 „
300	24 „	3,69 „	16 „	3,15 „	35 „	1,42 „	18 „	2,27 „	20,0 „	5,80 „
350	24 „	3,69 „	13 „	3,80 „	35 „	1,45 „	17,5 „	2,34 „	15,0 „	7,70 „
400	23 „	3,85 „	13 „	3,82 „	34 „	1,45 „	17,5 „	2,33 „	14,0 „	8,30 „
Media in 400 ore	**24,25 candele**	**3,65 watt**	**21,16 candele**	**2,46 watt**	**33,88 candele**	**1,45 watt**	**21,16 candele**	**2,01 watt**	**34,0 candele**	**3,80 litri**
	Lamp. carb. $^{110}/_{15}$		**Lamp. Nernst $^{110}/_{0\cdot5}$**		**Lamp. ad osmio $^{110}/_{32}$**		**Lamp. tantalio $^{110}/_{75}$**		**Becco a gas Auer**	

Digitized by Google

dovranno, impiegare l'esuberanza suddetta anche smaltendola ai motori. E da queste considerazioni essi prendono le mosse per affermare giunta l'ora in cui, per razionale evoluzione di ogni industria avente carattere di servizio al pubblico, anche quella della distribuzione di energia elettrica per luce e per forza motrice ai privati ha superato il periodo delle alee di perdita che solamente devono correre gli speculatori, i quali, a controbilanciarle, hanno, per affari ben studiati e ben riusciti, la prospettiva di lautissimi guadagni.

Io accenno, intendiamoci, ad una fra le tante ragioni invocata per la municipalizzazione del servizio d'illuminazione ai privati: ed a questa sola ragione voglio rispondere, perchè non è scopo di questa breve conferenza la trattazione a fondo di quell'importante e complesso e delicatissimo problema.

E la risposta mia alla domanda circa l'impiego dell'esuberanza di energia derivata dal minor consumo degli apparecchi utilizzatori per luce è questa: per quanto sia innegabile che l'eccesso di energia eventualmente risparmiato dagli utenti luce, costituirà una riserva per la forza motrice, pur tuttavia, per ovvie considerazioni riferentesi agli orari diversi e per pochissime ore compenetrantesi fra le due erogazioni luce e forza, non credo che all'atto pratico da tale esuberanza possa conseguire un rinvilio di prezzo. La migliore dimostrazione di questo asserto, che può a prima vista parere paradossale, sarebbe di mettere in confronto materialmente vari ambienti, per i vari usi cui sono destinati nelle famiglie, illuminati coi mezzi che in così poco tempo la scienza ha saputo escogitare. Un salotto moderno sfolgorante di luce vivida, ed il medesimo immerso nella penombra degli antichi monumentali lumi ad olio ch'erano, come preziosità di fregi e di dipinture, l'orgoglio delle nostre nonne!...

Questo confronto, più che qualunque discussione ci dimostrerebbe che col minor consumo di energia e colla conseguente minor spesa aumenterà il bisogno di un maggior impiego di luce e questo bisogno, che ai nostri vecchi giustamente sarebbe parso follia, resisterà indubbiamente ai più rigidi principî di economia domestica! Esso, infatti, non è che istintiva aspirazione a mutare le scure ore notturne in ore diurne per impiegarne quanto più è possibile alla rincorsa del progresso in ogni ramo dell'attività umana: esso, o signori, è l'aspirazione istintiva dell'uomo alla luce. Nessuna esuberanza di energia generata adunque e nessun rapporto fra i due impieghi del meraviglioso agente per luce e per forza motrice.

Digitized by Google

Uno spiccato carattere, invece, assume questo agente che in pochi anni ha, si può dire, compiuti miracoli, ed è il carattere di popolarità che è speciale attributo del vero progresso civile. Non solamente sfolgorante di luce il sontuoso salotto moderno, ma vivamente illuminata pure la povera stanza dell'operaio. E come conseguenza: ogni raffinatezza di lusso in quello, ed una necessità per questa di imbiancare le sue pareti, di spolverare, di lustrare gli scarsi utensili, di farsi bella, infine, per ricevere degnamente la più gloriosa manifestazione moderna della civiltà.

Fate largo all'elettricità!

Non solamente l'agente anima i mostruosi colossi che l'utilizzano nelle innumerevoli fabbriche, ma si compiace di penetrare nei piccoli fondaci ad animare motorini che sembrano giuocattoli. E come conseguenza: una febbrile attività in quelle ed in questi, un ammirevole orgoglio di progresso che stimola il modesto operaio a maggiori destini.

E, per ultimo, come conseguenze ineluttabili; il complicarsi sempre più del delicato organo tecnico industriale della distribuzione della energia elettrica, la necessità di escogitare nuovi mezzi per giungere lontano dal centro di produzione ed a buon mercato, ma soprattutto per garentire la sicurezza dell'impiego, lo studio per garentirsi dalle troppo facili frodi, la preoccupazione di trovare sempre maggiori attrattive per facilitare l'impiego stesso, quella non meno grave di combattere le ultime e forse più sanguinose battaglie contro il concorrente gas, ancora formidabile.

Quante alee di rovine e sia pure quante speranze di guadagni e di rinomanza! e come siamo ancora lontani purtroppo dalla certezza di potere in questo senso municipalizzare sempre proficuamente seriamente e opportunamente!

***

Signori! È questa l'ultima comunicazione che io faccio alla Sezione di Napoli dell'A. E. I. Al termine dell'anno scolastico io dovrò con rincrescimento lasciare questa Scuola e questa Sezione e con esse numerosi ed egregi amici, perchè l'affetto figliale e nuove turbolenti aspirazioni della mia vulcanica attività mi chiamano a Torino presso la mia famiglia, presso le mie terre vercellesi, al mio borgo di Livorno Piemonte.

Digitized by Google

Non a caso ho voluto radunarvi una volta ancora per farvi udire la mia parola in modo ufficiale: io che rientrerò fra poco in quei paesi celebri per la patriottica e più larga ospitalità, sentivo di dovervi, prima di partire, pubblicamente ringraziare, perchè a Voi essenzialmente debbo se ebbi qui le tanto care e ripetute prove di stima, di simpatia e d'affetto. È a Voi che vado riconoscente di quella indiscussa e larga ospitalità intellettuale che, sebbene immeritata, mi ha un tantino inorgoglito; è da Voi, perciò, che sovrattutto mi distacco, dolente, epperò lusingato, nella certezza che non mi dimenticherete.

Osservatore sistematico, e critico mordace, non vi torni discaro se affermo, con quella schiettezza che mi è propria, d'essermi altrettanto trovato bene a Napoli quanto un napoletano a Torino; nella mia vita qui, durata ben quattro anni, permettetemi che io, con riferimento d'idee a quello che fu tema del mio precedente discorso, mi paragoni ad un filamento di osmio... Suscettibile e ombroso a freddo, mi sono trovato tra Voi in un ambiente caldo e simpaticamente tanto elastico da diventare pastoso e talvolta pure refrattario a convincermi della reciproca e autodenigrazione partenopea...

Finisce per me la prova, ma come una lampada ad osmio io resisterei e molto volentieri per molti anni ancora... per sempre; e per Voi, per lo splendido paese vostro, come non ebbi mai che espressioni affettuose e di ammirazione, differirei dal comportamento dei filamenti di osmio, perchè anche fuori di questo ambiente non avrei che espansioni di memore e cara riconoscenza per Voi. Per la mia permanenza a Napoli non sono soltanto ed ufficialmente diventato professore di elettrotecnica, ma altresì e intimamente italiano: le distanze non esistono che sulla carta, i nostri cuori resteranno in sincronismo anche lontani ed il mio pensiero sarà costantemente con Voi e per Voi.

Digitized by Google

N. 15.

CONDUTTORI FRAMMENTARI

SUNTO

della conferenza tenuta dal socio **Ing. U. CRUDELI** *alla Sezione di Roma il 14 novembre 1904.*

Lo studio completo dei conduttori frammentari presenta un interesse notevole per la teoria e per la pratica. Dopo la brillante applicazione dei radioconduttori alla telegrafia senza filo, molte ricerche sono state fatte sui medesimi.

Il prof. Calzecchi-Onesti fu il primo ad occuparsi sistematicamente della variazione di conducibilità che presentano i coherers al passaggio di deboli correnti e Branly a prendere in considerazione l'effetto delle onde elettriche sopra un insieme di corpuscoli conduttori.

Il nome di coherer (coesore), dato dal Lodge al noto tubetto di limatura, fa pensare a qualche cosa che dovrebbe connettere i grani della limatura stessa in virtù dell'azione, per esempio, delle onde elettriche. Ed infatti il Lodge ritiene che l'effetto delle medesime sulla limatura consista nella produzione di scintille attraverso i cattivi contatti o contatti imperfetti di questa, le quali verrebbero a creare tanti ponti conduttori che aumenterebbero di gran lunga la conducibilità della limatura medesima. Il prof. Righi ammette anche la possibilità di una determinata orientazione dei grani.

La spiegazione del Lodge, facile ed attraente, rende conto soltanto del modo di comportarsi dei coesori propriamente detti. Essa si riferisce tanto ai radioconduttori che, in seguito ad un determinato urto o ad un determinato aumento di temperatura, riprendono la resistenza che presentavano prima di essere stati sottoposti a determinate azioni elettriche, come pure ai radioconduttori che, dopo aver subito tali azioni, ritornano da loro stessi nello stato primitivo. Nei primi, l'urto, o l'aumento di temperatura, romperebbe i ponti conduttori che si erano formati fra i grani della limatura, e tali ponti sarebbero nei secondi di natura tale da rompersi da loro stessi non appena cessate le dette azioni. A proposito delle scintille

Digitized by Google

invocate dal Lodge, il Branly dice (1): « Ces étincelles ne sont-elles pas particulières aux actions puissantes, pour lesquelles elles constituent un phénomène additionnel, est-ce là le vrai mécanisme pour les actions faibles? » Ed a proposito dell'ipotesi del Righi, egli dice: « Quel changement d'alignement invoquera-t-on dans le cas d'une colonne de lourdes billes d'acier, dans une colonne de larges disques de fer ou d'aluminium? Pourtant ces colonnes constituent des radioconducteurs au même titre que les tubes à fine limaille ».

Branly dice che l'isolante che separa le parti conduttrici dei coherers potrebbe diventare buon conduttore sotto l'azione di determinate perturbazioni elettriche. Questo modo di concepire il fenomeno non rende conto esaurientemente del comportamento dei radioconduttori che hanno bisogno di un determinato urto o di un determinato aumento di temperatura per riprendere la resistenza che avevano prima di essere stati sottoposti a determinate azioni elettriche. La conducibilità che l'isolante acquisterebbe, in virtù di tali azioni, non dovrebbe essere intesa nel modo ordinario, ma bisognerebbe ammettere la produzione, nell'isolante, di qualche fenomeno sussidiario che a mala pena si può imaginare, giacchè, nel caso dei radioconduttori ultimamente ricordati, dovrebbe prodursi con modalità differenti da quelle con cui si produrrebbe per gli altri tipi di radioconduttori, dal momento che gli uni, a differenza degli altri, non ritornano da loro medesimi nello stato in cui si trovavano prima di essere stati sottoposti a determinate azioni elettriche.

Altre spiegazioni sono state date sul comportamento dei radioconduttori, le quali, in conclusione, vengono ad illustrare la spiegazione del Lodge e a rendere meno nebulosa quella del Branly.

Le polveri e le limature metalliche manifestano più spiccatamente di qualunque altro insieme di conduttori le variazioni di resistenza che sono in esse prodotte dal passaggio di corrente e, particolarmente, dall'azione di scintille elettriche. Uno studio completo sui contatti imperfetti deve però riguardare qualunque altro insieme di corpi conduttori. Molte sono le conoscenze che si posseggono in proposito, e fra queste sono particolarmente degne di nota quelle fornite da Guthe, da Trowbridge, da Robinson e più recentemente da A. Fisch (contribution à l'étude des contacts imparfaits) (1), i quali hanno presentato le curve caratteristiche, in

(1) *Rapports présentés au Congrès international de physique réuni à Paris en 1900.*

Digitized by Google

casi particolari, relative alle resistenze di alcuni coesori in funzione delle differenze di potenziale misurabili agli estremi dei medesimi.

I coesori della telegrafia senza filo sono le forme di conduttori frammentari che maggiormente hanno interessato e interessano e che hanno dato un forte impulso agli studi relativi alle questioni in discorso.

I radioconduttori trovano applicazione anche nella meteorologia per la previsione dei temporali. Il coherer della telegrafia senza filo può servire per registrare le perturbazioni elettriche atmosferiche. Così, mentre da una parte queste riescono fastidiose alla telegrafia senza filo per la loro natura, d'altra parte si approfitta di tale natura per registrarle con alcuni mezzi che hanno reso e rendono servigi alla telegrafia senza filo.

Nel 1870, Varley volle usare, come scaricafulmini per linee telegrafiche, tubi di vetro contenenti limatura metallica fra due dischetti metallici. Si comprende però come un tale sistema di protezione dovette essere ben presto abbandonato, giacchè la colonnetta di limatura, sottoposta alle perturbazioni elettriche atmosferiche, finiva per diventare conduttrice in modo da permettere alla corrente della linea di condursi quasi totalmente a terra.

Terminerò ricordando la mia proposta di un nuovo tipo di parafulmine per fabbricati.

Io penso che i conduttori frammentari si potrebbero usare pei fabbricati come organi di protezione contro le scariche atmosferiche.

Supponiamo che i muri perimetrali di un edificio contengano diversi canaletti verticali, in conveniente numero e di conveniente sezione, e che questi canaletti siano stati riempiti di conduttori frammentari. Supponiamo inoltre che, inferiormente, tali conduttori siano stati messi a contatto con spandenti analoghi a quelli degli attuali parafulmini e superiormente siano stati collegati fra loro mediante una rete di conduttori metallici. L'edificio verrebbe così a trovarsi superiormente rivestito di una rete metallica e lateralmente di conduttori frammentari comunicanti con la terra. La convenienza di adoperare, come conduttori frammentari, pezzetti di carbone sarebbe manifesta.

---

(1) Vedi *Éclairage électrique*, 31 dicembre 1904.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti	(*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	. . . . .	» 20
»	»	III	»	. . . . .	» 10
»	»	IV	»	. . . . .	» 20
»	»	V	»	. . . . .	» 20
»	»	VI	»	(*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	. . . . .	» 20
»	»	VIII	»	. . . . .	» 20
Abbonamento	»	IX	»	. . . . .	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 „ „	25	35	65	95	150
3/4 „ „	30	45	80	115	180
1 „ „	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. MAGGIO-GIUGNO 1905 Fasc. 3°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

N. 16. La standardizzazione degli apparecchi e delle macchine elettriche — Prof. L. LOMBARDI, delegato dell'A. E. I. al Congresso di St-Louis . . . . . *Pag.* 221

„ 17. Comunicazioni elettriche delle rotaie — Ing. D. SPALLICCI (Firenze). (*Con 16 figure*) 227

„ 18. Il laboratorio di elettrotecnica della Regia Scuola Superiore Navale di Genova ed i suoi mezzi di ricerche — Prof. C. GARIBALDI (Genova) 241

„ 19. Su una ricerca che interessa la telegrafia — Ing. G. GIORGI (Roma). (*Con 2 figure*) . 243

„ 20. Sugli effetti del moto perturbato nelle condutture idrauliche — Ing. G. GIORGI (Roma) 249

„ 21. Progetto di derivazione idro-elettrica dal Volturno e modo di raddoppiarne la potenza — Ing. F. RUFFOLO (Napoli). (*Con una tavola ed un diagramma*) . . . 257

„ 22. L'arco voltaico come fenomeno elettronico — Dott. A. FILIPPINI (Genova). . . . 272

„ 23. Voltmetro elettrostatico per 200,000 volt — Ing. E. JONA (Milano). (*Con 5 figure*). 278

„ 24. L'Ufficio nazionale della proprietà industriale — Ing. M. CAPUCCIO (Torino) . . 287

NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

SEZIONI. — Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni 29

Aggiunta all'elenco dei Soci 60

AVVERTENZA. *I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2.*

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Ing. G. Batta Cucchetti - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Gustavo Rizzoli; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Salvatore Marieni - Ing. Angelo Silva.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Giuseppe Carazzolo; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini-Rossi - Ing. Ugo Valduga - Sen. prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Prof. Moisè Ascoli - Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

REGOLAMENTO GENERALE

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

APPROVATO DAL CONSIGLIO GENERALE

nella Seduta del 9 luglio 1905

IN ESECUZIONE DEL VOTO DELL'ASSEMBLEA GENERALE DI NAPOLI

10 OTTOBRE 1903

Digitized by Google

Digitized by Google

I. Assemblea generale.

1. La Sede dell'Assemblea generale ordinaria, in seguito a proposta dell'Assemblea precedente, è stabilita dal Consiglio generale; la data è fissata almeno tre mesi prima della convocazione. Essa è comunicata ai Presidenti di Sezione e pubblicata negli Atti.

L'ordine del giorno col bilancio è diramato dalla Sede Centrale direttamente a tutti i soci almeno 15 giorni prima della convocazione, a termini dell'art 12 dello Statuto.

2. I soci, che desiderano comunicare memorie o proposte all'Assemblea generale, debbono inviarne alla Sede Centrale, un mese prima della convocazione, il titolo insieme al testo o ad un sunto, dal quale risulti chiaramente lo scopo ed il contenuto della comunicazione.

3. La Presidenza giudica se i lavori presentati debbano o no essere posti all'ordine del giorno.

Non sono in massima accettati lavori già comunicati o pubblicati altrove.

II. Consiglio generale.

4. Il Presidente dell'Associazione manda l'avviso di convocazione del Consiglio generale, oltre che ai membri del Consiglio stesso, anche ai Presidenti di Sezione.

L'avviso di convocazione con l'ordine del giorno è mandato almeno 15 giorni prima di quello fissato per la riunione, salvo casi d'urgenza.

5. Ricevuto il detto avviso, i Presidenti di Sezione, se lo credono opportuno, convocano il Consiglio direttivo e i consiglieri rappresentanti la Sezione nel Consiglio generale o anche l'intera Sezione, per discutere l'ordine del giorno.

6. Le rinnovazioni dei rappresentanti le Sezioni si fanno, a norma dell'art. 11 dello Statuto, entro il mese di dicembre di ogni anno.

Digitized by Google

III. Riunioni nelle Sezioni.

7. Gli avvisi di convocazione delle riunioni di Sezione con l'ordine del giorno sono inviati, oltrechè ai soci locali, anche alla Sede Centrale ed ai Presidenti di tutte le altre Sezioni.

8. I Presidenti delle Sezioni inviano sollecitamente alla Sede Centrale il verbale col resoconto delle discussioni e delle deliberazioni.

Nel più breve tempo possibile inviano alla Sede Centrale i manoscritti delle comunicazioni destinate agli Atti.

9. Nelle riunioni delle Sezioni e dei Consigli direttivi il Presidente dà lettura delle comunicazioni ricevute dalla Sede Centrale e dalle altre Sezioni.

IV. Votazioni nelle Sezioni.

10. Nel caso, contemplato dall'art. 24 dello Statuto, che una proposta debba essere votata nelle singole Sezioni, la Presidenza fissa il giorno e l'ora della chiusura della votazione.

Venti giorni prima del giorno stabilito, il Presidente ne preavvisa i Presidenti di Sezione perchè questi provochino le discussioni o gli accordi che fossero reputati necessari.

Questo preavviso può essere omesso nel caso che la questione sia già stata precedentemente discussa dalle Sezioni o dall'Assemblea generale.

11. Dieci giorni prima della chiusura, la Sede Centrale invia direttamente a ciascun socio la scheda unitamente ad una busta portante l'indirizzo completo della Sezione.

Sulla scheda è indicato il termine entro il quale la scheda stessa deve pervenire alla Presidenza della Sezione.

Le schede devono essere suggellate, ma portano all'esterno un talloncino per la firma del votante.

12. Il giorno della chiusura della votazione, il Consiglio direttivo di ciascuna Sezione, dopo aver staccato dalle schede il talloncino con la firma ed aver registrato il nome del votante, procede allo spoglio, ne redige, seduta stante, il verbale completo, che spedisce immediatamente, insieme con le schede ed i talloncini, alla Sede Centrale.

Non si tien conto delle schede pervenute alla Sezione dopo il termine stabilito.

Sono nulle quelle che non portano il talloncino firmato.

13. La votazione per l'elezione del Presidente e dei Vicepresidenti dell'Associazione si chiude col 1° dicembre, ultimo del triennio.

La votazione per il Segretario generale e pel Cassiere col 15 dicembre successivo.

Digitized by Google

Nel caso che qualche nome non raccogliesse la maggioranza dei voti, si procede, entro 15 giorni, alla votazione di bollottaggio tra i due nomi, per ogni carica, che ottennero più voti.

Le votazioni per le elezioni a queste cariche si fanno colle norme stabilite dagli articoli 10, 11, 12 del presente regolamento.

V. Trasferimento dei Soci.

14. Il socio che desidera passare da una Sezione ad un'altra ne fa domanda per iscritto ad una delle due Presidenze, che ne dà comunicazione all'altra. Sull'ammissione delibera il Consiglio della nuova Sezione dopo ricevuto il *nulla osta* dalla Sezione dalla quale il socio proviene, e, quando essa sia avvenuta, ne dà comunicazione immediata alla Sede Centrale ed all'Assemblea della Sezione.

15. Un socio non può abbandonare la propria Sezione se non ha adempiuto a tutti i suoi impegni verso di essa.

Gl'impegni dei soci verso la Sezione, di cui al comma precedente ed all'art. 9 dello Statuto, comprendono, oltre al pagamento della quota annua, anche la restituzione di libri od altro materiale avuto a prestito o qualunque altro debito previsto dal presente regolamento o da quello delle singole Sezioni.

16. Agli effetti del pagamento della quota del socio alla Sezione e del corrispondente versamento della Sezione alla Sede Centrale, il passaggio di un socio da una Sezione ad un'altra avviene col 1° gennaio che segue la data della domanda.

VI. Contributi delle Sezioni alla Sede Centrale. Soci morosi.

17. L'ammontare del contributo dovuto dalle Sezioni alla Sede Centrale è determinato in base al numero dei soci regolarmente iscritti, secondo gli elenchi compilati dalle Sezioni.

Almeno la metà del contributo sarà versata non più tardi del 30 giugno di ciascun anno.

18. Le Presidenze delle Sezioni, appena dichiarata la morosità di un socio, ne danno comunicazione alla Sede Centrale.

Questa sospende l'invio degli Atti, delle tessere e delle comunicazioni ai soci morosi, fermi restando i diritti dell'Associazione verso di essi.

Della presa deliberazione la Sede Centrale dà preavviso agl'interessati.

19. Le Sezioni sono responsabili verso la Sede Centrale per le quote corrispondenti ai mesi trascorsi dal principio dell'anno fino al mese in cui è dichiarata la morosità.

Digitized by Google

VII. Pubblicazioni.

20. La Presidenza centrale giudica sull'accettazione dei lavori comunicati per la pubblicazione negli Atti. A questo scopo essa può consultare il Consiglio generale o le Commissioni speciali appositamente nominate.

In caso di rifiuto o di proposta di modificazioni, la Sede Centrale ne dà avviso motivato al Presidente della Sezione.

Possono essere senz'altro rifiutati i lavori già pubblicati altrove o quelli non comunicati previamente ad una riunione di Sezione o all'Assemblea generale.

21. L'autore d'ordinario ha diritto ad una sola correzione delle prove di stampa.

In caso di ritardo nel rinvio delle medesime, la Presidenza provvede alla correzione e procede alla pubblicazione.

22. Gli autori hanno diritto a 100 estratti gratuiti dei loro lavori.

Nel caso che la spesa per una pubblicazione sia giudicata eccessiva, la Presidenza chiede anticipatamente all'autore un contributo.

23. Nelle pubblicazioni su altri periodici di lavori già stampati negli Atti o semplicemente comunicati alle Sezioni, gli autori devono far menzione del luogo della pubblicazione o della data della comunicazione.

24. Tutti i soci possono acquistare i lavori o i fascicoli arretrati degli Atti a prezzi speciali.

VIII. Soci studenti.

25. I soci studenti possono ottenere l'abbonamento agli Atti in corso versando la somma di L. 10 alla Sede Centrale pel tramite della propria Sezione.

26 I soci studenti, oltre ai diritti definiti dall'art. 6 dello Statuto, godono quelli stabiliti dai regolamenti propri della Sezione nella quale sono iscritti.

27. Il socio per il quale cessa la qualità di studente, può, dietro sua domanda ed approvazione del Consiglio di una Sezione, passare alla categoria dei soci ordinari. Ciò avvenuto, la Sezione ne dà avviso alla Sede Centrale.

ERRATA-CORRIGE.

All'art. 11 dello Statuto [v. pag. (75) del supplemento al fascicolo 1°, vol. IX] in luogo di *un vicepresidente* leggi *tre vicepresidenti*.

Roma, Tip. dell'Unione Coop Editrice

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VOL. IX. MAGGIO-GIUGNO 1905 Fasc. 3°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — ROMA

N. 16.

LA STANDARDIZZAZIONE

DEGLI APPARECCHI E DELLE MACCHINE ELETTRICHE

RELAZIONE PRELIMINARE

del **Prof. LUIGI LOMBARDI** *delegato dell'A. E. I.*
al Congresso di St-Louis.

La *standardizzazione,* ossia il riconoscimento dei tipi normali (1) delle macchine e degli apparecchi elettrici, ha già fatto notevoli progressi nell'America del Nord, in Inghilterra ed in Germania.

Nella diciannovesima riunione annuale dell'American Institute of Electrical Engineers il 20 giugno 1902 fu approvato il rapporto di una Commissione speciale, incaricata di studiare l'argomento, e composta dei signori F. B. Crocker, A. E. Kennelly, J. W. Lieb, C. O. Mailloux, C. P. Steinmetz, L. B. Stillwell, E. Thomson. Il rapporto aveva a base un rapporto precedente, già presentato nel 1899, con le modificazioni e aggiunte che l'esperienza aveva mostrate convenienti. Naturalmente la Commissione del 1902 rilevava ancora la necessità di assoggettare di tempo in tempo le norme adottate ad una nuova discussione, ed a modificazioni eventuali.

(1) Non essendovi nella nostra lingua alcuna parola appropriata ad esprimere il concetto che gli americani e gli inglesi hanno bene sintetizzato nel vocabolo "Standardisation,„ introdotta per ora e resa di uso comune, viene qui provvisoriamente accettata la traduzione letterale del termine inglese, senza pregiudizio della scelta che potrà apparire conveniente dopo una discussione matura.

Digitized by Google

Nel rapporto americano vennero premesse alcune definizioni generali per distinguere in modo uniforme le correnti di direzione costante, quelle continue propriamente dette, quelle alternative e quelle oscillanti.

Gli apparecchi e le macchine elettriche vennero classificate nelle seguenti categorie:

macchine a commutazione;
macchine sincrone;
macchine sincrone a commutazione;
macchine rettificatrici o generatori di correnti pulsanti;
apparecchi statici di induzione;
apparecchi rotanti di induzione.

Venne definito il rendimento degli apparecchi, e assegnate le norme per la misura sulle diverse categorie precedenti; vennero stabiliti i criteri per la misura delle temperature delle diverse parti di macchina, da eseguirsi con termometri ad indicazione diretta o mediante la variazione della resistenza dei circuiti, ed assegnati i limiti di sovrariscaldamento tollerabili; vennero precisate le grandezze delle resistenze di isolamento e della rigidità dielettrica in relazione alla tensione normale dei conduttori ed alla potenza delle macchine; caratterizzati i limiti di regolazione degli apparecchi per ciò che riguarda le differenze di potenziale, le intensità di corrente, le velocità angolari; assegnate le unità per caratterizzare la potenza delle macchine; classificate le frequenze e le tensioni e suggeriti i valori da adottarsi come normali; vennero analogamente proposti i limiti di sovraccarico che gli apparecchi debbono essere in grado di sopportare, e nell'ultimo capitolo vennero considerate le sorgenti luminose e assegnate le unità di misura per la intensità media nel piano orizzontale, e per la quantità totale di luce emessa nello spazio.

In alcune appendici finali si trovano assegnate le norme per caratterizzare e misurare il rendimento vero e quello apparente degli apparecchi a corrente alternata dove si presentano spostamenti di fasi considerevoli, e vengono definiti il fattore di potenza ed il fattore di induttanza, che per forme sinusoidali si riducono al coseno ed al seno della differenza di fase fra la corrente ed il potenziale. Si riportano per ultimo i valori approssimati delle tensioni disruptive fra conduttori a punta collocati a diverse distanze, e si propongono i simboli per le notazioni relative alle principali grandezze elettriche e magnetiche.

Digitized by Google

In Inghilterra una Commissione numerosa di persone autorevoli venne nominata quattro anni fa dal Consiglio degli ingegneri civili, col compito originario di assegnare i tipi normali dei ferri laminati. Dopo quella prima altre Commissioni vennero però subito nominate per la standardizzazione di ogni categoria di macchine e apparecchi usati nell'industria, e suscettibili di essere utilmente conformati a tipi costanti.

La Commissione inglese incaricata dello studio delle questioni elettriche, dopo alcune sedute preliminari, decise di suddividere il suo lavoro, e delegò ad altrettante Sottocommissioni speciali lo studio delle seguenti questioni:

1ª cavi e condutture;

2ª telegrafi e telefoni;

3ª generatori elettrici, incluse le macchine motrici relative, i motori elettrici ed i trasformatori;

4ª materiali impiegati nelle costruzioni tramviarie;

5ª Determinazione di alcune costanti fisiche, e particolarmente di quelle relative alla temperatura, in un coi metodi di misura corrispondenti.

Queste Sottocommissioni hanno oramai in gran parte esaurito il loro lavoro. Quella che si occupò dei cavi e delle condutture ha già pubblicata da oltre un anno la sua relazione; quella del materiale tramviario ha riferito sopra una parte di esso. La Commissione delle macchine dinamoelettriche ha per presidente il colonnello Crompton, delegato ufficiale del Governo britannico e della Istituzione britannica degli ingegneri elettricisti al Congresso di St-Louis, il quale tenne davanti a questo (sezioni B ed E riunite) una importante lettura sull'argomento, seguíta da una interessante discussione.

Nella memoria originale di Crompton è chiaramente dimostrata la opportunità di adottare per le macchine e gli apparecchi elettrici una nomenclatura esatta allo scopo di evitare tutte le confusioni che occorrono tuttora nella letteratura tecnica e nei cataloghi commerciali, e di stabilire dimensioni normali per ridurre quanto è possibile il numero dei tipi richiesti alle fabbriche, molti dei quali non hanno ragione d'essere se non per applicazioni completamente speciali; finalmente di adottare condizioni uniformi di prova e collaudo per ciò che riguarda le determinazioni di rendimento, le variazioni di temperatura, ed in generale tutti i limiti di sicurezza.

Per risolvere nel miglior modo queste importanti questioni, ed assicurarsi *a priori* il consenso della maggior parte degli interes-

Digitized by Google

sati, la Commissione inglese cominciò col diramare un questionario preliminare molto dettagliato ai principali fabbricanti ed utenti di macchine elettriche, agli ingegneri consulenti, ed alle Società ed individui di maggiore competenza. Le prime risposte ricevute servirono di base per stabilire un accordo su molti punti di interesse generale, e per formulare un secondo questionario sulle questioni non chiarite o rimaste controverse, la trasmissione del quale permise ancora di risparmiare la gran perdita di tempo che sarebbe conseguita da una discussione pubblica immatura o meno bene apparecchiata. Le ultime questioni insolute formarono finalmente oggetto di una discussione esauriente in un'assemblea, alla quale, oltre ai membri della Commissione, erano state invitate le principali persone competenti ed interessate, e deferito il voto definitivo.

Le questioni più importanti discusse dalla Commissione inglese riguardano ancora, come quelle contemplate nel rapporto della Commissione americana, i valori normali delle tensioni elettriche, le frequenze delle correnti alternate, le velocità degli alternatori, le condizioni di prova dei generatori e dei motori, le determinazioni di temperatura, le variazioni di potenziale nei trasformatori, ecc.

La Germania possiede per ora fra tutte le altre nazioni il sistema più completo di norme per la sicurezza degli impianti elettrici a forti correnti, elaborato nell'ultimo decennio dal Verband Deutscher Elektrotechniker, e adottato ufficialmente dal Governo prussiano e da quello degli altri Stati principali della Confederazione. Si contemplano in esso le notazioni grafiche per l'indicazione dei principali apparecchi, le condizioni d'isolamento, le proprietà generali dei diversi materiali, le modalità di montaggio, sia per gli impianti a basso come per quelli ad alto potenziale, e sono assegnate le normali per le serie di contatti e viti relative, per i calibri dei peduncoli di lampade a incandescenza, per la costruzione e la prova del materiale d'installazione, per le condutture e per le macchine elettriche ed i trasformatori, considerando di queste in dettaglio la potenza, l'aumento di temperatura, la capacità di sovraccarico, l'isolamento, le variazioni di tensione e le determinazioni di rendimento. Norme di sicurezza furono ancora adottate per l'esercizio degl'impianti elettrici a basso ed alto potenziale, delle condutture, installazioni, ecc.; altre norme speciali, aventi in parte carattere provvisorio, furono emanate per gli impianti elettrici sui bastimenti, per le ferrovie elettriche, per la difesa delle condutture metalliche

Digitized by Google

contro le correnti di terra, finalmente per il montaggio e la manutenzione dei pali di legno che servono di sostegno alle linee attraversate da forti correnti.

Così il riconoscimento e la classificazione dei tipi normali del macchinario e del materiale da costruzione si son fusi nella legislazione tedesca in uno con l'adozione delle principali norme stabilite per la sicurezza degli impianti, e le due questioni presentano in verità punti così numerosi di contatto da renderne quasi impossibile la separazione completa. Per la stessa ragione alcune classificazioni di sistemi e prescrizioni di tipi si trovano più o meno esplicite nella legislazione relativa agli impianti elettrici già adottata in Svizzera, in Inghilterra, in Francia ed in altri paesi.

La legislazione italiana in questo campo è maggiormente incompleta, perchè nessuna classifica degl'impianti esiste e nessuna legge o regolamento generale ne disciplina per ora le norme di sicurezza. L'ing. Bonghi in una sua elaborata monografia, presentata nel 1903 al R. Istituto d'incoraggiamento di Napoli, e corredata di un materiale ricchissimo che comprende tutte le principali disposizioni legislative adottate in Italia e fuori, ha già fatto bene rilevare i gravi inconvenienti e le deficienze del nostro sistema legislativo, e la necessità che esso venga opportunamente corretto e completato.

È chiaro però che molte delle questioni relative alle condizioni tecniche degli impianti toccano più da vicino gli interessi dei privati e dell'industria che non quelli generali della sicurezza pubblica, per la disciplina dei quali bastano in molti casi le norme del diritto comune. Da questo punto di vista al riconoscimento dei tipi normali del macchinario e del materiale elettrico lo Stato per parte sua può considerarsi quasi completamente estraneo, laddove le industrie di costruzione e di esercizio ne possono ritrarre i maggiori vantaggi.

L'Associazione britannica degli ingegneri elettricisti, portando la quistione della standardizzazione davanti al Congresso di St-Louis, ha inteso perciò di promuovere soprattutto fra i rappresentanti delle associazioni tecniche ed industriali una discussione esauriente, dalla quale potessero scaturire a vantaggio comune i criteri per la unificazione dei tipi, e per l'adozione di una nomenclatura internazionale.

Davanti alla importanza eccezionale del problema la Camera dei Delegati, rappresentanti ufficialmente i diversi governi al Congresso

Digitized by Google

di St-Louis, su proposta di una speciale Commissione votava ad unanimità un ordine del giorno così concepito:

« Sarebbe conveniente iniziare un movimento per ottenere la cooperazione delle principali Società tecniche del mondo nel discutere la questione della standardizzazione, per ciò che concerne la nomenclatura e la classificazione del macchinario e degli apparecchi elettrici, mediante la nomina di una Commissione internazionale ».

Nell'ultima parte dell'ordine del giorno della Camera dei Delegati si manifestava ancora l'avviso che una gran parte del lavoro preliminare potesse effettuarsi fra i rappresentanti dei diversi paesi mediante corrispondenza con un segretario generale, delegato a custodire gli atti ed a precisare i punti di disaccordo che eventualmente potessero sorgere fra i metodi seguiti nei diversi paesi, e che convenisse attribuire possibilmente alla Commissione un carattere permanente.

La Camera dei Delegati ha affidato ai rappresentanti dei diversi governi l'incarico di riferire la deliberazione presa alle rispettive Società tecniche, invitandole a prendere quelle iniziative che ognuna credesse più opportuna per la sua attuazione.

La questione, portata già dai delegati inglesi davanti alla Institution of Civil Engineers, ha provocato la nomina di una Commissione presieduta da A. Siemens per corrispondere coi vari delegati. L'Associazione Elettrotecnica Italiana e le altre Associazioni tecniche sono ora chiamate a pronunciarsi sull'importantissimo argomento, il quale offre un interesse eccezionale non soltanto per la elettrotecnica ma anche per tutte le industrie affini.

Digitized by Google

N. 17.

COMUNICAZIONI ELETTRICHE DELLE ROTAIE

SUNTO

della conferenza tenuta dall' **Ing. DOMENICO SPALLICCI** *alla Sezione Toscana nella Seduta del 16 dicembre 1904.*

Nei primi anni in cui si cominciò ad applicare la trazione elettrica si riteneva che il suolo si prestasse molto bene a ricondurre la corrente all'officina generatrice; anzi, per utilizzare maggiormente la conduttività della terra s'immergevano in questa delle piastre conduttrici, che venivano in diversi punti collegate alle rotaie.

Non tardarono però a verificarsi i perniciosi effetti dovuti alle correnti vagabonde, e si constatò che questo metodo era costosissimo se si voleva applicarlo bene, dovendosi collocare spesso le piastre a delle profondità considerevoli, ove il terreno era più conduttore.

Visto quindi che non era nè prudente, nè conveniente fare assegnamento sulla conducibilità del suolo, si studiarono altre soluzioni.

Esageratamente preoccupati dei danni che possono produrre le correnti vagabonde, si pensò d'isolare il binario dalla terra e si arrivò persino a rinunciare alla capacità conduttrice delle rotaie, installando delle condutture aeree isolate per il ritorno della corrente.

Per ragioni ovvie questi sistemi non poterono entrare nel dominio della pratica, e perciò si cercò di migliorare i collegamenti elettrici delle rotaie allo scopo di diminuire sui binari le forti cadute di potenziale, che, com'è noto, provocano delle correnti vaganti d'intensità tale da dare luogo a degl'inconvenienti.

Le comunicazioni elettriche delle rotaie finora studiate ed applicate si possono dividere in tre categorie:

Comunicazioni a contatti compressi;
Id. id. plastici;
Id. id. saldati.

Comunicazioni a contatti compressi.

Una delle prime connessioni adottate in diversi impianti fu quella « Sprague » (fig. 1). Questa connessione era formata di due ribaditure di ferro dolce, aventi un diametro di mm. 5, sulle cui teste veniva introdotto e saldato un filo di rame di mm. 6.5 di diametro.

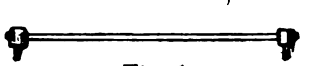


Fig. 1.

Digitized by Google

Per applicarle si praticava un foro in ciascuna delle estremità della suola delle rotaie, ove si mettevano a forza, a colpi di martello, le ribaditure.

Per assicurare una comunicazione di piccolissima resistenza è necessario che le superficie di contatto siano bene liscie e pulite. Si è osservato a questo riguardo che i fori fatti al punzone presentano delle striature più marcate di quelle che si hanno quando i medesimi vengono fatti col trapano.

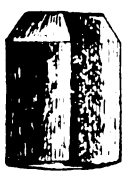
La resistenza del contatto fra rame fuso e acciaio è superiore a quella tra questo metallo ed il rame stampato, essendo la superficie di quest'ultimo più compatta e più liscia.

Le connessioni « Spragne » presentano il difetto di ossidarsi nel punto della saldatura per la difficoltà che s'incontra di far bene la medesima.

Inoltre il contatto tra la ribaditura e l'acciaio della rotaia era troppo piccolo.

Per ovviare a questi inconvenienti si adottarono le « Iron Channel Pin », con le quali si assicurava il contatto fra il filo di rame e l'anima della rotaia mediante una ghiandina di acciaio spaccata (fig. 2) che veniva battuta a rifiuto nei fori praticati nello stelo della rotaia.

Sezione della ghiandina



Ghiandina

Fig. 2.

Questo contatto non può rimanere inalterato, perchè il filo di rame e la ghiandina non ostruiscono completamente i fori, e quindi i metalli si ossidano facilmente.

Di più il mettere i contatti sullo stelo della rotaia non è conveniente, perchè ad ogni passaggio di ruota sul giunto, si ha una inflessione delle estremità delle rotaie, ed il filo delle connessioni tende a rotare nei fori, facilitando, con l'allentamento, l'ossidazione delle superfici di contatto.

Quando le estremità delle connessioni sono applicate alla suola della rotaia il filo tende a strapparsi, ma è impossibile che avvenga ciò se il connettore è piuttosto lungo.

Per ottenere una buona comunicazione elettrica si pensò di fissare il filo di rame all'anima della rotaia, mediante un bossolo di rame o di acciaio (fig. 3), che presenta una fenditura longitudinale. Questo bossolo quando viene compresso nel foro della rotaia stringe fortemente il filo di rame ed assicura così il contatto.

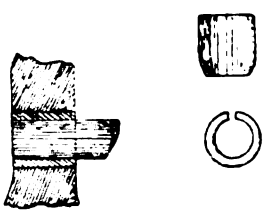


Fig. 3.

Digitized by Google

Il bossolo di acciaio presenta il vantaggio, rispetto a quello di rame, di essere elastico, ma il primo però è inferiore al secondo dal punto di vista della sua resistenza elettrica.

È bene che i metalli in contatto siano della stessa natura, perchè quando il coefficiente di dilatazione dei medesimi non è lo stesso, succede che dopo un certo tempo le superfici di contatto non si trovano più compresse, e si ha un aumento sensibile di resistenza.

Inoltre facilmente in questo caso l'umidità arrivando a penetrare tra le superficie dei due metalli, si ha più o meno bene un elemento di pila, l'azione della quale finisce per corrodere il contatto.

L'ottone di alluminio, già adoperato con risultati soddisfacenti, ha il vantaggio rispetto al ferro di non ossidarsi facilmente e rispetto al rame di essere elastico; proprietà vantaggiosa perchè permette che i contatti rimangano compressi anche variando la temperatura.

Una connessione che ebbe il successo di una larga applicazione è la « Chicago rail bonds » (fig. 4), le cui estremità foggiate a tronco di cono vengono direttamente forzate nei fori della rotaia ed assicurati a questa mediante una ghiandina di acciaio. Questa connessione è migliore di quella a bossolo per il fatto che in questa si hanno due coppie di resistenze di contatto, la prima tra il rame della connessione ed il bossolo, e la seconda tra il bossolo e l'acciaio della rotaia, mentre nella « Chicago » si ha una sola coppia di resistenza di contatto tra il rame della testa delle connessioni e l'acciaio della rotaia.

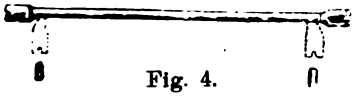


Fig. 4.

Fig. 5.

Connessioni molto adoperate sono anche le « Crown e Nettuno » (figg. 5 e 6) che differiscono dalla « Chicago », per avere le due teste perforate trasversalmente in modo che la ghiandina di acciaio può essere ribattuta dalla stessa parte dalla quale la connessione viene applicata.

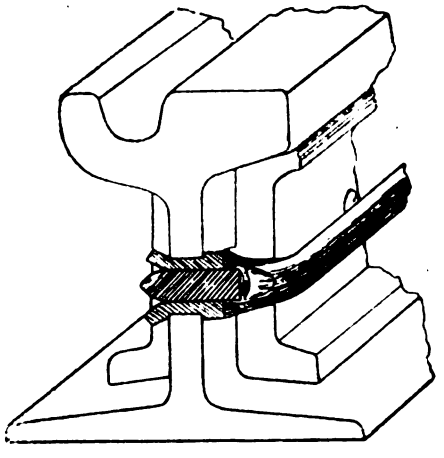


Fig. 6.

Per potere avere facilmente delle connessioni di diverse lun-

Digitized by Google

ghezze, si usa saldare il filo di rame alle teste delle connessioni « Nettuno » (fig. 7).

Per facilitare questa operazione si foggiano le teste con una specie di morsetto da ribadirsi sul filo in luogo d'introdurre questo nell' incavo praticato nell'appendice della testa, come si vede nella figura sopra ricordata.

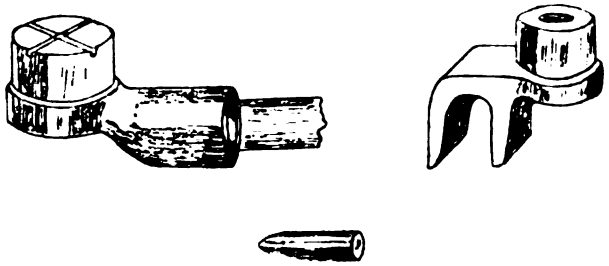


Fig. 7.

È ovvio tener presente anche qui che i migliori connettori sono quelli che non hanno nè saldature, nè giunture che potrebbero costituire una sensibile resistenza elettrica.

Le teste delle connessioni « Nettuno » che presentano due tagli in croce per facilitare l'espansione del rame contro l'acciaio della rotaia, presentano l'inconveniente che quando sono in opera le teste si fendono in corrispondenza di quei tagli e fanno entrare l'umidità tra le superfici di contatto.

Per evitare che le oscillazioni dei connettori provochino l'allentamento dei contatti, si usa fare le connessioni con sottili fili o con diversi fogli di rame, come sono state adottate dalla Compagnia « Neuw York, Hew Haven e Hartford Railroad » (fig. 8).

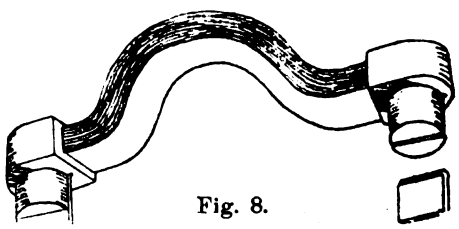


Fig. 8.

Le teste di questo tipo di connessione sono fissate nei fori praticati nella suola delle rotaie con un cuneo di acciaio, il quale presenta l'inconveniente di non provocare una espansione uniforme del rame delle teste delle connessioni contro l'acciaio delle rotaie.

Le connessioni fatte con più fili hanno l'inconveniente di corrodersi prima di quelle di un filo solo, perchè presentano a parità di sezione una maggiore superficie esposta all'umidità.

La Compagnia Thomson Honston per aumentare l'efficacia della ghiandina centrale, ha costruita questa in modo che quando viene compressa provoca, deformandosi, l'espansione del rame della testa

Digitized by Google

della connessione (fig. 9), che presenta un'ampia superficie di contatto con l'acciaio della rotaia.

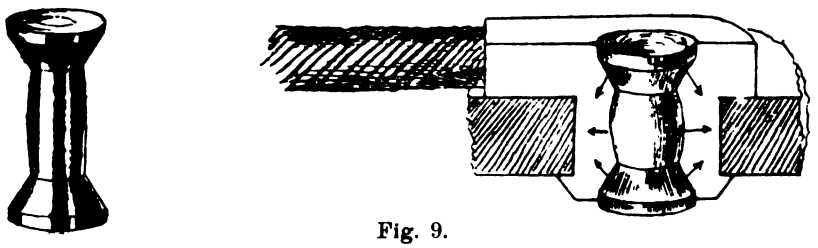


Fig. 9.

L'utilità delle grandi superfici di contatto è dovuta al fatto che per avere una comunicazione elettrica perfetta non basta che il filo della connessione abbia una resistenza per unità di lunghezza eguale a quella della rotaia (che ha una conducibilità da 6 a 7 volte minore di quella del rame), ma bisogna che la superficie di contatto fra l'acciaio della rotaia ed il rame sia da 6 a 7 volte maggiore della sezione della connessione.

Il rame di cui si parla, e che viene adoperato per le connessioni, non è il rame comune, ma quello elettrolitico.

Fig. 10.

La Casa Blackwell costruisce un tipo di connessione da essa chiamata « N. S. » che viene applicata alle rotaie senza ghiandine (fig. 10).

Le teste di queste connessioni sono di rame e vengono compresse entro i fori praticati nella rotaia.

Anche con questo tipo il contatto non può rimanere buono per lungo tempo per la diversa dilatazione del rame e dell'acciaio.

Finchè la temperatura aumenta il rame che si dilata più dell'acciaio premerà con forza gradatamente crescente contro la superficie dei fori praticati nelle rotaie ed il contatto in questo caso sarà migliorato. Ma quando la temperatura diminuisce, il rame non potrà più acquistare la sezione primitiva, perchè nella dilatazione precedente esso ha dovuto rincalcarsi contro la superficie interna dei fori e perciò si formerà necessariamente un piccolissimo giuoco tra il rame e l'acciaio, che, per quanto infinitesimo, peggiorerà le condizioni del contatto.

Un'altra connessione senza ghiandina è quella « Bryan », che venne applicata con qualche modificazione sulla Linea Milano-Varese. In questa ferrovia le connessioni elettriche sono formate di un filo di rame che ha le sue estremità ripiegate ad anello, il quale

Digitized by Google

viene serrato contro le rotaie mediante un bollone munito di dado e ranella elastica.

Tanto l'estremità delle connessioni che l'anima delle rotaie vennero su questa linea stagnate, mentre nel sistema originario « Bryan » le superfici di contatto venivano amalgamate.

I contatti non possono rimanere buoni per lungo tempo, perchè i bolloni, benchè muniti di ranella elastica tendono ad allentarsi sotto le vibrazioni prodotte dal transito dei treni.

Nei luoghi poco frequentati, come nelle aperte campagne, di notte, spesso le connessioni elettriche vengono, con molta facilità, rubate, perchè esse sono coperte solamente da un poco di ghiaia.

Per evitare questi furti si è tentato di collegare elettricamente le estremità delle rotaie mediante una spina di rame a molla, la quale viene fissata ad una testa di una rotaia e penetra in un apposito foro di contatto praticato nell'estremità dell'altra rotaia; ma questo sistema non ebbe pratiche applicazioni, e generalmente quando si ha il pericolo di furti si mettono le connessioni o sotto la suola delle rotaie, o sotto le stecche dei giunti.

Dal rapido esame delle connessioni a contatti compressi, si è visto che esse non possono mai assicurare una buona comunicazione elettrica tra le rotaie, perchè col tempo i contatti si allentano più o meno, qualunque sia stato il mezzo per impedire ciò.

Per ovviare a questo inconveniente si idearono le

Comunicazioni a contatti plastici.

Un materiale plastico che tutti conoscono è il mercurio, tanto adoperato in tutti i laboratorî di fisica per stabilire il contatto tra due conduttori, ma disgraziatamente esso non si presta per le comunicazioni delle rotaie.

Appartiene alla categoria in discorso la connessione « Edison-Brown », colla quale si cerca di assicurare il buon contatto elettrico fra il rame della connessione e l'acciaio della rotaia con uno strato di amalgama di mercurio. Questa comunicazione presenta l'inconveniente che facilmente l'amalgama esce, sia per volatilizzazione, sia per semplice dispersione, dal ricettacolo entro il quale dovrebbe essere trattenuto.

Un giunto che ebbe il successo di una grande applicazione in America è quello « plastico » (fig. 11).

Digitized by Google

Per fare questo giunto si pone in un quadro elastico tra la stecca e la rotaia una certa lega plastica di rame, in modo che la corrente

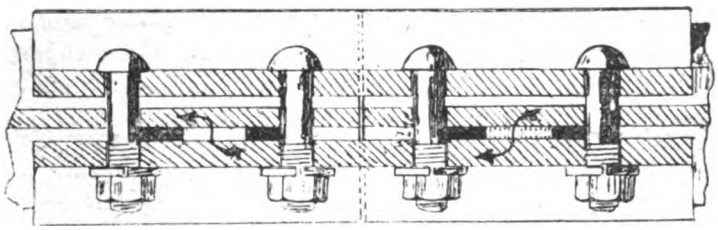


Fig. 11.

elettrica passa da una rotaia all'altra per l'intermediario della stecca, la quale, come lo stelo della rotaia dev'essere stata preventivamente ben pulita.

Edison, per non fare ossidare le superfici di contatto, leva la ruggine dell'acciaio delle rotaie e delle stecche per mezzo di un composto che lascia sulle superfici una specie di amalgama di ferro.

I giunti plastici non furono molto adottati in Europa, forse perchè all'atto pratico essi riescono piuttosto complicati per farli.

La loro conduttività non si altera sensibilmente con il tempo se non sono attraversati da una corrente superiore a quella per la quale sono stati calcolati, e se il giunto meccanico si mantiene in ottimo stato, cosa che non è facile ottenersi in pratica per gli allungamenti e deformazioni dei bolloni del giunto.

Finora si è trattato delle connessioni a contatti compressi ed a contatti plastici, e si è visto che tanto le une che le altre non risolvono completamente bene il problema pratico delle comunicazioni delle rotaie.

Esaminiamo ora le

Comunicazioni a contatti saldati.

Nel 1895 la Società Edison dovendo impiantare diverse linee tramviarie nella città di Milano pensò di saldare, mediante la cosiddetta « saldatura forte », il filo di rame alla suola della rotaia (fig. 12) preventivamente pulita e scaldata fortemente, allo scopo di realizzare una connessione elettrica di poco costo e che non presentasse gl'inconvenienti che hanno gli altri sistemi di connessioni.

Digitized by Google

Per la saldatura di queste connessioni non si fa altro che copiare esattamente quanto fanno i fabbri per congiungere mediante la saldatura due pezzi di ferro.

Si è osservato che le connessioni saldate si conservano intatte e sempre di eguale resistenza, e che esse a parità di superficie di contatto sono migliori di quelle a contatti compressi, perchè presentano minore resistenza (circa il 10 %) al passaggio della corrente.

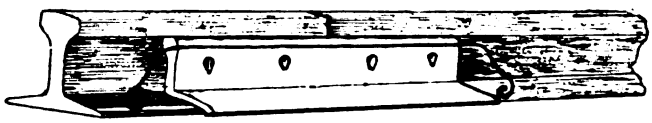


Fig. 12.

Per aumentare la superficie di contatto tra l'acciaio della rotaia ed il filo di rame, questo viene ripiegato in forma di anello alla sua estremità. Ciò è utile non dimenticare, perchè se si mettessero in contatto delle piccole superfici, queste si riscalderebbero talmente che la saldatura verrebbe liquefatta.

La saldatura di queste connessioni è abbastanza elastica per resistere alle massime dilatazioni delle superfici di contatto prodotte dalle ordinarie variazioni di temperatura.

Si obbiettò a questo sistema che la saldatura dei due metalli si sarebbe corrosa in seguito ad azioni chimiche ed anche elettriche, dovute a coppie locali, ma l'esperienza dimostrò che queste connessioni non vanno soggette a queste temute corrosioni.

Un vantaggio di questi connettori è che, o si staccano nettamente dalla rotaia, cosa rarissima; perchè la saldatura non era bene riuscita, o rimangono saldate alla medesima.

Ho detto vantaggio perchè, dato questo stato di cose, facilmente si scoprono le connessioni difettose non avendosi più quei contatti incerti che abbondano quando si adoperano le connessioni a contatti compressi.

Per facilitare la posa di queste connessioni si possono saldare i fili di rame sulle estremità delle rotaie, quando queste si trovano nel cantiere. Dopo i detti fili vengono saldati tra loro a stagno con una legatura di filo di rame sottile. Il lavoro riesce più spedito, ma vi ha lo svantaggio di avere una saldatura in più.

La Compagnia dei tramways di Brooklyn volle sostituire, senza però migliorare il sistema, all'ordinaria saldatura forte la saldatura

Digitized by Google

elettrica, ed al filo della connessione un pacchetto di laminette sottilissime di rame.

La « The Ohio Brass Company » fornisce degli attrezzi per poter mettere queste connessioni saldate sotto alla suola delle rotaie (fig. 13) Essa riscalda la rotaia per mezzo di una lampada a gasolina.

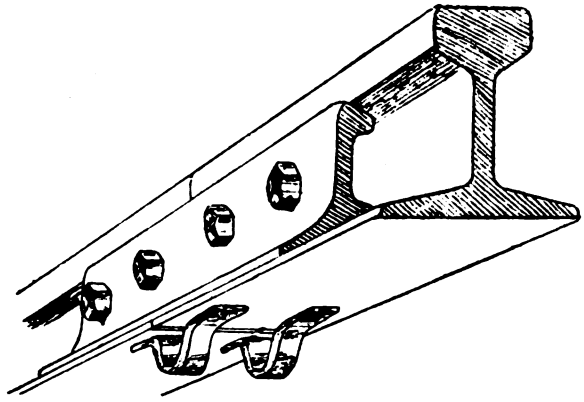


Fig. 13.

Queste connessioni corte sono preferibili a quelle lunghe sia per l'economia della spesa del rame, sia perchè con esse si utilizza meglio la conduttività delle rotaie.

Nell'impianto delle tramvie fiorentine si usa saldare i due fili corti di rame sulla parte superiore della suola della rotaia.

È stato discusso se conveniva mettere due connessioni in luogo di una sola avente una sezione equipollente alle due, ma quasi tutti ormai sono d'accordo che è meglio metterne due per la sicurezza del contatto tra le rotaie, quando ogni connessione non ha una sezione inferiore a 50 mm. quadrati.

Per prevenire l'ossidazione dei fili delle connessioni nelle terre acide si stagnano o si spalmano di catrame.

In quanto alla sezione delle connessioni si ritiene sufficiente che la resistenza dei giunti non superi il 20 per cento quella della rotaia ininterrotta, quando per ogni chilometro di binario non si abbia, durante il servizio, una caduta di potenziale superiore ad 1 volt e la densità massima della corrente che passa per ogni millimetro quadrato della connessione non superi 3 ampère.

Per il calcolo della resistenza dei binari generalmente si suppone che i giunti abbiano la stessa conducibilità della rotaia, un chilogramma della quale presenta, sopra un metro di lunghezza, una resistenza di 0.00086 ohm. In pratica sarà bene misurare direttamente questa resistenza, variando questa molto per le diverse qualità di acciaio.

Digitized by Google

Si è riconosciuto molto vantaggioso congiungere anche elettricamente, ogni 50 metri, le due rotaie del binario allo scopo di eguagliare il potenziale delle medesime.

Negli impianti la perdita nelle rotaie è minore di quella che si deduce dal calcolo, in grazia della conduttività della terra specialmente quando è bagnata.

Le connessioni saldate certo risolvono il problema in un modo soddisfacente, ma siccome i giunti meccanici delle rotaie lasciano molto a desiderare sia per la dolcezza del transito e della conservazione del materiale mobile, sia per la durata delle rotaie che si devono cambiare spesso per il solo anormale consumo delle loro estremità, perchè queste a causa delle sollecitazioni cui vanno soggette si deteriorano rapidamente, i signori Scheining e Hofmann pensarono di ovviare a questo inconveniente ideando uno zoccolo portarotaia (fig. 14) che dovrebbe servire per rinforzare il giunto meccanico e assicurare il buon contatto elettrico tra le rotaie, quando s'interpone fra questo e gli zoccoli dei sottili fogli di zinco.

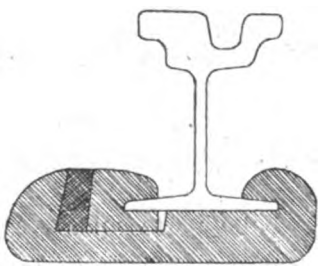


Fig. 14.

Lo zoccolo, che è di acciaio fuso, si presenta alla rotaia riscaldato al calor rosso e si fissa alla medesima mediante un pezzo intermediario ed un cuneo.

I fogli di zinco servono a colmare le soluzioni di continuità delle superfici di contatto.

Con questo zoccolo certamente la resistenza meccanica del giunto ordinario trovasi migliorata, ma i fogli di zinco non possono assicurare il buon contatto delle rotaie per ragioni facili a capirsi.

In Italia i detti zoccoli furono sperimentati nelle linee tramviarie di Palermo e di Milano.

*
* *

Per risolvere completamente il problema del giunto delle rotaie tanto dal punto di vista meccanico che da quello elettrico, non vi è che la rotaia continua.

Il calcolo e molti anni di esperienza non giustificano i timori che si avevano sulla sua applicazione negl'impianti tramviari, e ciò perchè per annullare gli effetti di una variazione di temperatura in una rotaia occorre, *qualunque sia la lunghezza della medesima,* lo

Digitized by Google

stesso sforzo antagonista, facilmente ottenibile dalla sopra struttura stradale.

Uno dei processi più usati per riunire le estremità delle rotaie è quello dell'americano Falk (fig. 15).

In questo processo le medesime sono collegate tra loro per mezzo di una specie di manicotto di ghisa di circa 40 centimetri che viene colato sul posto. Abbiamo in questo caso una comunicazione a contatti compressi, perchè la ghisa non riesce a saldarsi con l'acciaio della rotaia.

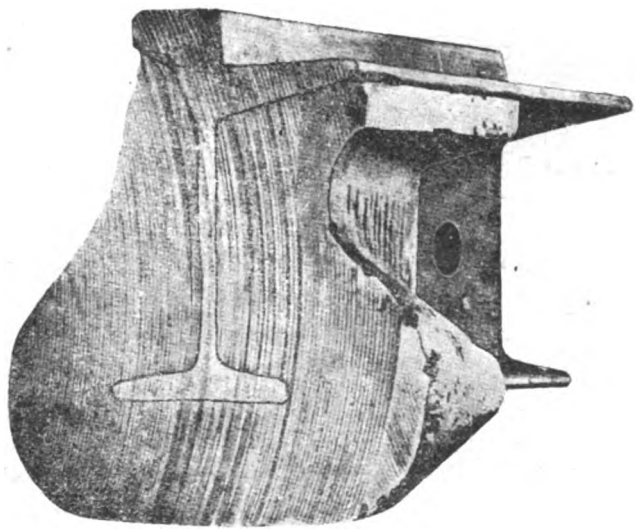


Fig. 15.

Se il lavoro viene eseguito bene difficilmente avviene che i giunti o le estremità delle rotaie si rompano durante l'inverno: queste rotture non sono mai superiori all' 1 per cento dei giunti fatti.

Per ciò che riguarda la conduttività elettrica si è osservato che la resistenza delle rotaie ai giunti è inferiore a quella delle rotaia stesse, ciò che si spiega facilmente per la grande quantità di ghise che si trova fortemente compressa sulle estremità delle rotaie.

Disgraziatamente però si è avuto occasione di constatare che se i giunti Falk non sono molto ben fatti, le superfici di contatto fra questi e le rotaie si ossidano, e se si vnole evitare in un modo assoluto questo inconveniente, bisogna ricorrere alla saldatura delle estremità delle rotaie che si può fare per mezzo della corrente elettrica o con qualche altra sorgente di calore.

Le macchine elettriche a saldare sono costruite su due principî diversi: col primo si ha la saldatura per mezzo del calore sviluppato dalla resistenza del metallo; con l'altro la saldatura è realizzata col mezzo dell'arco elettrico. Il primo di questi metodi sembra preferibile perchè il riscaldamento si produce in massima parte al punto

Digitized by Google

di contatto delle estremità delle rotaie, e perchè si consuma meno corrente che con il mezzo dell'arco, il quale riscalda più fortemente la parte esteriore della rotaia che quella interna, in modo che in queste condizioni più difficilmente si potrà avere una buona saldatura.

Negl'impianti tramviari si utilizza la corrente del filo di *trolley* abbassando la tensione da 600 a 50 volts.

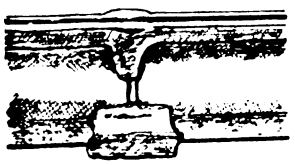


Fig. 16.

La fig. 16 rappresenta un giunto saldato elettricamente.

I processi ideati per la saldatura elettrica delle rotaie sono buoni e razionali, ma è necessario che gli apparecchi che si adoperano per farla siano meglio studiati e più pratici.

Un processo che ebbe più diffusione è quello ideato dal dottor Goldsmith, il quale mette a profitto la grande quantità di calore che sviluppa la combinazione dell'alluminio con l'ossigeno preso da un ossido per ottenere una temperatura di circa 3000 gradi capace di fondere il ferro. La saldatura viene fatta con 10 kg. di termite alla quale si aggiunge 1 kg. di acciaio in pezzi.

Le rotaie quando sono ben saldate rispondono a tutte le esigenze sia dal punto di vista della resistenza alla trazione, alla flessione ed agli urti, sia dal punto di vista della conduttività elettrica.

L'esperienza però deve dimostrare ancora se tutte queste proprietà vengono conservate col lungo esercizio o se si avranno da temere degl'inconvenienti, ciò che non sembra. A questo riguardo il Cole sembra molto ottimista, perchè riferisce nello *Street Railway Journal* del 3 settembre 1904 di aver osservato un leggero aumento di conduttività in un giunto fatto col processo Goldsmith.

Se il Cole non è caduto in errore, forse si potrà spiegare questo fenomeno studiando le variazioni della tessitura del metallo all'estremità delle rotaie.

Prima di chiudere questa rapida rassegna delle principali comunicazioni elettriche delle rotaie, credo utile dire qualche parola sulle constatazioni da farsi per verificare le condizioni degl'impianti per ciò che riguarda il ritorno della corrente sulla rete dei binari.

***

Per controllare lo stato generale delle comunicazioni elettriche delle rotaie si suole misurare le correnti vagabonde mediante un amperimetro registratore di cui un polo è attaccato alla sbarra nega-

Digitized by Google

tiva del quadro e l'altra ad una piastra immersa nel suolo. A parità di corrente erogata dalla centrale, più le correnti registrate sono intense, più le connessioni sono difettose, se le condizioni di umidità del terreno rimangono inalterate.

Per sorvegliare in una maniera generale lo stato delle connessioni si usa anche misurare la caduta di potenziale delle rotaie mediante un voltimetro che si collega ad un filo pilota, od in mancanza di questo ad un filo telefonico o telegrafico, i cui estremi sono in contatto con i due punti delle rotaie tra cui si vuole conoscere la differenza di potenziale.

Misurando con un amperimetro la corrente che circola nelle rotaie si viene a conoscere la resistenza complessiva del binario e quindi delle connessioni.

Per conoscere lo stato di una sola connessione si adoperano dei verificatori speciali basati sul metodo del « Ponte di Weastone ». Le misure vengono effettuate paragonando la resistenza di un giunto con quella di un'eguale lunghezza di rotaia. Questi apparecchi però non danno dei resultati molto soddisfacenti. La causa di ciò è dovuta al fatto che il metodo adottato, come è noto, non è adatto per le resistenze piccolissime quali effettivamente sono quelle delle rotaie e quelle delle connessioni elettriche.

Ricordo a questo riguardo che la resistenza di un metro di rotaia di 40 kg. al metro lineare è uguale a 2 centesimi di millesimo di ohm. e quella di un ordinario giunto elettrico a 2 decimi di millesimo di ohm. Si obbietta inoltre all'uso di questi verificatori la ragione che non si può paragonare la resistenza di un giunto a quella delle rotaie, perchè queste escono dalle acciaierie non ben calibrate, e di più quando sono in servizio si consumano inegualmente per l'attrito delle ruote.

Per la misura della resistenza delle connessioni fu anche adoperato il « Ponte di Kolrausch » senza ottenere resultati molto soddisfacenti.

Quando i giunti sono attraversati da fortissime correnti si hanno in pratica dei risultati sufficientemente buoni adoperando i voltimetri differenziali; quantunque anche con questi non si elimini l'errore che si commette nel voler paragonare la resistenza di un giunto a quella di una eguale lunghezza di rotaia.

Per avere delle misure esatte bisognerebbe ricorrere ai noti metodi di laboratorio per le misure delle resistenze piccolissime.

Tra tutti gli apparecchi che servono per queste misure mi piace

Digitized by Google

ricordare, perchè praticissimo nel maneggio, quello della Casa Weston che si basa sul ponte doppio di Thomson. Quest'apparecchio viene costruito in Italia dall'officina Galileo di Firenze.

I dati pratici che ho ricordato qui sopra servono per evitare in generale gli eventuali danni che possono provocare le correnti vaganti sulle condutture di gas e di acqua.

Ho detto in generale, perchè i danni derivanti dall'elettrolisi dipendono soprattutto dalle condizioni di conduttività del suolo e dalla posizione rispettiva delle condutture e delle rotaie. Gli è per questo motivo che non basta abbassare con dei *feeder* speciali di ritorno la caduta di potenziale nelle rotaie, ma bisogna verificare se passa dalle tubazioni alle rotaie una quantità di corrente tale che, data la superficie delle condotte, possa provocare dei danni.

La misura è tutt'altro che agevole, ma si può avere un criterio del probabile danno deducendolo dal valore della differenza di potenziale e della resistenza tra le rotaie e le condutture.

Per eliminare gl'inconvenienti che possono produrre le correnti vaganti si usa in generale aumentare la resistenza tra le condotte e le rotaie, facendo poggiare queste sopra del calcestruzzo ricoperto di asfalto o con altri materiali relativamente isolanti, o si diminuisce fortemente la conduttività delle condotte isolando i giunti di queste con del cemento o con qualche altra sostanza che presenti una fortissima resistenza al passaggio della corrente.

In qualche caso speciale può essere consigliabile anche l'impiego delle devoltrici, quantunque con esse si viene a complicare l'impianto.

Quando si procede alle misure di controllo delle correnti di ritorno è bene ripetere le esperienze nelle ore in cui non si manda corrente sulle linee, potendo le correnti terrestri naturali dar luogo a delle differenze di potenziale nelle tubazioni.

L'importanza delle comunicazioni elettriche delle rotaie scaturisce dal fatto che negl'impianti ove furono sufficientemente ben fatte non si ebbe mai a lamentare nessun inconveniente, laddove esse vennero trascurate, come nei primi impianti americani, i danni furono talvolta considerevoli.

Digitized by Google

N. 18.

IL LABORATORIO DI ELETTROTECNICA

DELLA REGIA SCUOLA SUPERIORE NAVALE DI GENOVA

ED I SUOI MEZZI DI RICERCHE

SUNTO

della conferenza tenuta dal **Prof. C. GARIBALDI** *alla Sezione di Genova nella Seduta del 30 marzo 1905.*

Il Presidente, ing. Rumi, prima di concedere la parola all'oratore, gli rivolge un ringraziamento per aver voluto accogliere benevolmente il suo desiderio di parlare su di un argomento che, sebbene tutto d'interesse locale, pure è importantissimo. Dice che se volesse fermare l'attenzione dei presenti sulla necessità di laboratorî ben dotati, specie negli istituti che, per la loro indole e per la loro finalità, sono destinati all'istruzione di professionisti tecnici, farebbe a loro torto, avendo al certo, la maggior parte di essi, dovuto riscontrare nella pratica quale differenza vi sia tra una coltura puramente teorica, della quale forse si abusa nelle nostre scuole superiori, e la coltura dell'ingegnere che quotidianamente dev'essere a contatto della « macchina ». L'insegnamento puramente accademico, cattedratico, senza il sussidio del laboratorio è anima senza corpo, è l'anatomia senza il cadavere.

Il materiale di laboratorio è l'essere vivente dell'industria a mezzo del quale tanto il docente, quanto l'allievo vivono dell'industria stessa; e mentre al primo permette di vedere, analizzare, interrogare ed anche far parlare sconosciuti veri all'apparecchio che presenta agli alunni, questi nel maneggio degli apparecchi, ripetendo esperienze, disciplinandosi nelle misure, traggono quel vero vantaggio dall'insegnamento per il quale possono essere licenziati alla pratica completi nella loro istruzione. È certo che un corso di lavori pratici è il complemento necessario, l'eco delle lezioni teoriche, è una ginnastica, oltrechè dello spirito, pur della mano.

Esprime quindi il voto che anche a Genova, per il concorde volere degli enti locali e del Governo, sorgano ed incrementino laboratorî scientifici, quali convengono alle attuali esigenze della scienza e dell'insegnamento, voto che vorrebbe giungesse a scuotere la persuasione dei molti che ritengono debba Genova solamente guardare al commercio e sfruttare le vie comode che col suo bel mare gli ha dinanzi aperte la natura. Ma qual più ampia via aveva aperto la natura all'uomo con la trasparenza dell'aere, la profondità dello spazio, lo spettacolo dei cieli per lo studio dell'universo! Eppure l'armonia del

Digitized by Google

l'universo sarebbe stata sconosciuta all'uomo se esso non avesse perfezionati i mezzi di osservazione. Ed ancora: qual via più universale che non l'etere cosmico per la trasmissione delle « onde hertziane »? Senza però le pazienti ricerche in laboratorio del Popoff, del Lodge, del Branly, del Righi, il Marconi non avrebbe potuto consegnare al mondo la più geniale tra le ultime scoperte, la telegrafia senza fili.

Invita quindi l'ing. Garibaldi a fare la sua esposizione.

L'ing. Garibaldi, premesse le linee generali del corso di elettrotecnica che professa alla R. Scuola Superiore Navale, viene a dire dei mezzi sperimentali di cui dispone il laboratorio della Scuola.

Accenna al modo con cui sono condotte le esercitazioni pratiche. Si fanno dagli allievi le misurazioni solite di resistenze col ponte di Wheatstone, col ponte a filo; col galvanometro universale: poi le misure di resistenze piccolissime col ponte doppio, e le misure delle resistenze di isolamento e delle capacità.

Nella seconda parte delle esercitazioni pratiche gli allievi vengono addestrati nel controllo degli strumenti di misura: voltmetri, amperometri, wattmetri e contatori. Tale controllo viene fatto col paragone a strumenti campione Weston, e, quando sia il caso, col potenziometro.

Le misure magnetiche si possono eseguire col metodo balistico, o col permeamento di Fischer Hirmen, per la permeabilità, e coll'apparecchio per la misura del coefficiente η di Steinmetz.

Il laboratorio possiede poi un motore a corrente continua di 5 HP azionato dalla rete stradale a 220 volt. Questo motore aziona due dinamo ed un piccolo alternatore trifase che assorbe circa 4 HP. Gli allievi rilevano le caratteristiche di tutte queste macchine.

Si hanno poi due trasformatori, uno dei quali monofase a 25,000 volt: e si possono così eseguire le prove sulla rigidità dei dielettrici.

Un motorino da 1 HP trifase permette di tracciare le varie curve relative, ricavandole dall'esperienza.

Oltre ad un freno a nastro il laboratorio possiede il freno Pasqualini e l'ondografo Hospitalier.

L'ing. Garibaldi presenta delle curve tracciate con questo apparecchio e una numerosa raccolta di fogli di saggio per la registrazione dei dati sperimentali.

Fa osservare come d'ordinario gli allievi non sanno registrare ordinatamente i risultati delle prove sperimentali e dice di avere ottenuto buoni risultati con questo sistema.

Finalmente si augura che la Scuola possa essere trasportata in una nuova sede, ove al laboratorio di elettrotecnica sia assegnato un locale meno ristretto di quello che ha attualmente.

Digitized by Google

N. 19.

SU UNA RICERCA CHE INTERESSA LA TELEGRAFIA

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. GIOVANNI GIORGI** *alla Sezione di Roma nella Seduta del 7 aprile 1905.*

È noto, che lungo una linea composta con resistenza, induttanza, conduttanza di disperdimento, e capacità, uniformemente distribuite, e di valori r, l, g, k, per unità di lunghezza, la trasmissione dei segnali avviene generalmente con distorsione; ma la distorsione si annulla nel caso singolare $\frac{r}{g} = \frac{l}{k}$, scoperto da Heaviside e realizzato praticamente da Pupin.

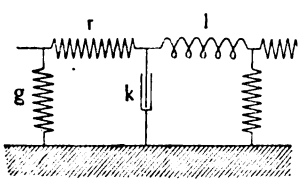


Fig. 1.

Devo al dott. Di Pirro l'avermi proposto lo studio dei seguenti problemi, a cui ora è rivolta l'attenzione dei cultori della telegrafia. *È possibile realizzare la trasmissione senza distorsione con combinazioni più generali di quella di Heaviside? e in particolare:*

1° *con valori di* r, l, g, k, *che non soddisfino alla condizione indicata?*

2° *con l'aggiunta di induttanze ai rami* g, k *del circuito?*

3° *col fare i parametri* r, l, g, k *variabili lungo il percorso?*

***

Ecco come si può rispondere al primo quesito.

È noto che quando la corrente è costante o lentamente variabile, tanto il voltaggio, quanto l'intensità di corrente soddisfano a un'equazione della forma

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = g r U$$

il cui integrale generale è

$$U = e^{+x\sqrt{gr}} U_1 + e^{-x\sqrt{gr}} U_2$$

dove U_1, U_2 sono costanti arbitrarie.

Digitized by Google

Dalla soluzione per le correnti costanti si passa alla soluzione per le correnti variabili col procedimento che ho indicato nella memoria: *Il metodo simbolico nello studio delle correnti variabili* (1); cioè si devono sostituire le conduttanze funzionali e le resistenze funzionali alle conduttanze ohmiche e alle resistenze ohmiche, e poi interpretare il simbolo funzionale che così si ottiene. Si indichi con Δ l'operatore differenziale $\frac{d}{dt}$. Allora, nel caso considerato, la resistenza funzionale da sostituire alla r è $r + l\Delta$; la conduttanza funzionale da sostituire alla g è $g + k\Delta$. Quindi la soluzione per le correnti variabili è

$$U = e^{+x\sqrt{(g+k\Delta)(r+l\Delta)}} U_1(t) + e^{-x\sqrt{(g+k\Delta)(r+l\Delta)}} U_2(t) \qquad [1]$$

dove U_1, U_2 sono due funzioni arbitrarie di t.

Qui figurano due operatori della forma $e^{\pm x\varphi}$ dove

$$\varphi = \sqrt{(g+k\Delta)(r+l\Delta)};$$

e questi simboli, fino a che Δ non si può togliere dal segno radicale, definiscono operazioni trascendenti, interpetrabili solo per mezzo d'integrali definiti, quindi propagazione con distorsione. Invero noi diciamo che la distorsione è nulla solamente allorquando U si può mettere sotto la forma

$$U = \alpha_1 U_1\left(t + \frac{x}{v}\right) + \alpha_2 U_2\left(t - \frac{x}{v}\right)$$

dove α_1, α_2 sono funzioni qualsivoglia di x, indipendenti dalla forma di U_1, U_2.

Ora, in virtù del così detto sviluppo di Taylor simbolico, cioè

$$e^{h\Delta} f(t) = \sum_0^\infty \frac{h^n}{n!} \Delta^n f(t) = \sum_0^\infty \frac{h^n}{n!} f^{(n)}(t) = f(t+h)$$

questa espressione si può scrivere così

$$U = \alpha_1 e^{\frac{x}{v}\Delta} U_1(t) + \alpha_2 e^{-\frac{x}{v}\Delta} U_2(t) \qquad [2]$$

(1) *Atti dell'A. E. I.*, vol. VIII (1904), pag. 65-141.

Digitized by Google

Confrontando questa con la [1] e considerando Δ come se fosse una unità irreduttibile, si vede che queste due espressioni possono essere equivalenti solamente allorquando l'esponente φ si lasci mettere sotto la forma $\varphi = a + b\Delta$, perchè allora si ha

$$e^{x\varphi} = e^{xa}\, e^{xb\Delta}$$

cioè un simbolo come quelli $\alpha_1 e^{\frac{x}{v}\Delta}$, $\alpha_2 e^{-\frac{x}{v}\Delta}$.

Ora la posizione $\varphi = a + b\Delta$ esige che il prodotto simbolico $(g + k\Delta)(r + l\Delta)$ sia, relativamente a Δ, un quadrato perfetto. Cioè esige che l'equazione

$$(g + k\Delta)(r + l\Delta) = 0$$

considerata come se Δ fosse un'incognita numerica, sia a radici uguali; il che vuol dire che il discriminante

$$(gl + kr)^2 - 4klgr$$

deve essere nullo. Questa condizione porta come conseguenza la seguente

$$\frac{g}{k} = \frac{r}{l}$$

che è precisamente la condizione di Heaviside. Tutto ciò, notiamo bene, discende come conseguenza necessaria dal principio che due simboli $f_1(\Delta)$ e $f_2(\Delta)$ non possono nell'intero spazio funzionale (e nemmeno nei particolari campi funzionali che interessano la telegrafia e la telefonia) rappresentare la stessa operazione se non quando sono formalmente identici.

Applicando, in luogo del calcolo funzionale, la teoria di Laplace allo studio dell'equazione di propagazione, che ha la forma generale

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = kl\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + (gl + rk)\frac{\partial U}{\partial t} + gr\,U$$

e che con cambiamenti di variabili indipendenti si può ridurre alla forma

$$\frac{\partial^2 U}{\partial u \partial v} + a\frac{\partial U}{\partial u} + b\frac{\partial U}{\partial v} + cU = 0$$

si arriverebbe allo stesso risultato.

Così, la risposta al primo quesito è negativa.

Digitized by Google

***

Prendo ora a considerare il secondo quesito.

Sia una linea, costituita schematicamente come nella figura 2, cioè che oltre ad avere le r, l, g, k, abbia anche una induttanza m in serie con la g e una induttanza n in serie con la k; queste induttanze essendo sempre uniformemente ripartite, e i loro valori misurati per unità di lunghezza.

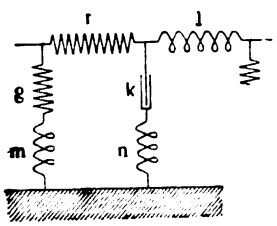


Fig. 2.

In realtà ogni linea naturale è sempre costituita così, perchè non vi è ramo di circuito senza induttanza e quindi è solo per approssimazione che le quantità m, n si trascurano ordinariamente. Si vuol sapere se tenendo conto di queste m, n o anche aggiungendole artificialmente con apparecchi analoghi a quelli di Pupin, si possono realizzare nuovi casi di trasmissione senza distorsione.

Una induttanza l vale come una resistenza funzionale $l\Delta$. Quindi l'aggiunta della m nel ramo g trasforma $\frac{1}{g}$ in $\frac{1}{g}+m\Delta$; l'aggiunta delle n nel ramo k trasforma $\frac{1}{k\Delta}$ in $\frac{1}{k\Delta}+n\Delta$. Quindi per dedurre dalla formola [1] la soluzione simbolica relativa alla propagazione in questa nuova linea, devesi al simbolo g sostituire il simbolo $\left(\frac{1}{g}+m\Delta\right)^{-1}$; al simbolo $k\Delta$ sostituire il simbolo $\left(\frac{1}{k\Delta}+n\Delta\right)^{-1}$. E il nuovo esponente φ assume così la forma

$$\varphi=\sqrt{\left[\left(\frac{1}{g}+m\Delta\right)^{-1}+\left(\frac{1}{k\Delta}+n\Delta\right)^{-1}\right](r+l\Delta)}$$

$$=\sqrt{\frac{g+k\Delta+(gkn+gkm)\Delta^2}{1+gm\Delta+kn\Delta^2+kgmn\Delta^3}(r+l\Delta)} \qquad [3]$$

Affinchè questo simbolo denoti una propagazione pura, senza distorsione, devesi porre anche qui la condizione che l'espressione sotto al radicale sia un quadrato perfetto di un binomio $(a+b\Delta)$.

Digitized by Google

Confrontando termine a termine le due espressioni si deducono come condizioni necessarie le seguenti

$$\begin{cases} m = 0 & n = 0 \\ \dfrac{g}{r} = \dfrac{l}{k} \end{cases} \qquad [4]$$

e si ricade quindi ancora nel caso di Heaviside.

Quando le condizioni [4] non sono soddisfatte, la forma del simbolo [3] mostra che la propagazione avviene con legge molto complessa.

L'introduzione delle m, n è dunque in generale dannosa alla chiarezza nella trasmissione dei segnali.

***

E passo ora al quesito terzo. Sia una linea costituita come quella della fig. 1, ma con r, l, k, g variabili lungo il percorso, cioè funzioni della x.

Detto V il voltaggio, I l'amperaggio, valgono allora sempre le due equazioni differenziali

$$\begin{cases} \dfrac{\partial V}{\partial x} + rI + l\dfrac{\partial I}{\partial t} = 0 \\ \dfrac{\partial I}{\partial x} + gV + k\dfrac{\partial V}{\partial t} = 0 \end{cases}$$

ma da queste non si ricava più una risultante semplice come nel caso dei coefficienti costanti. Per formare la risultante, si divida la prima equazione per l e si derivi rispetto a x. Si avrà]

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x\,\partial t} + I\frac{\partial}{\partial x}\frac{r}{l} + \frac{r}{l}\frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x}\frac{1}{l} + \frac{1}{l}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = 0$$

Sostituendo qui il valore di $\dfrac{\partial I}{\partial x}$ che si ricava dalla seconda, risulta

$$-\frac{\partial}{\partial t}\left(gV + k\frac{\partial V}{\partial t}\right) + I\frac{\partial}{\partial x}\frac{r}{l} + \frac{r}{l}\left(gV + k\frac{\partial V}{\partial t}\right) + \\ + \frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x}\frac{1}{l} + \frac{1}{l}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = 0.$$

Digitized by Google

Di qui si può ricavare I e sostituire nella seconda equazione. Si ha così la risultante in V, della forma

$$A\frac{\partial^3 V}{\partial x^3}+B\frac{\partial^3 V}{\partial x\,\partial t^2}+C\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}+D\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial t}+E\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}+$$

$$+F\frac{\partial V}{\partial x}+G\frac{\partial V}{\partial t}+HV=0 \qquad [5]$$

dove A, B, C,... sono funzioni di x, che si esprimono per mezzo delle r, l,... e delle loro derivate. Questo è uno dei rari casi in cui in fisica si presentino equazioni a derivate parziali del terzo ordine. L'equazione, quando i coefficienti sono generici, non è integrabile; può essere fatta dipendere da una equazione a derivate ordinarie e da quadrature, ma con un procedimento che è assai lungo e laborioso, e che rinuncio ad esporre qui, perchè porterebbe poca luce sulla questione che ora ci preoccupa.

Converrebbe piuttosto studiare per sostituzione diretta in quali casi l'equazione ammette integrali della forma $Xf(t-\xi)$ dove X, ξ possono essere funzioni particolari della sola x, f un segno di funzione arbitraria. Questa ricerca rientrerebbe come caso particolare nel problema, tuttora insoluto, di determinare le condizioni affinchè una equazione del terzo ordine ammetta integrali con funzioni arbitrarie libere da segni di quadratura. Su questo problema terzo converrebbe dunque proseguire lo studio: l'equazione [5] potrà servire come punto di partenza.

Digitized by Google

N. 20.

SUGLI EFFETTI DEL MOTO PERTURBATO

NELLE CONDUTTURE IDRAULICHE

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. GIOVANNI GIORGI** *alla Sezione di Roma*
nella Seduta del 17 maggio 1905.

L'ing. Allievi, nelle sue recenti ricerche sul moto perturbato nelle condutture (1), ha richiamato l'attenzione a due problemi che tuttora sono rimasti insoluti: studiare come avviene la propagazione degli impulsi nel caso di condutture non uniformi e nel caso in cui interviene l'attrito.

Dell'uno e dell'altro problema espongo sommariamente la soluzione in questa nota.

*
* *

1. — Tratto prima il problema delle condutture non uniformi, cioè condutture con diametro variabile o con spessore di pareti variabile lungo il percorso (la quale ultima circostanza influisce modificando l'elasticità di dilatazione del tubo). Quando la variazione è discontinua, è noto che ad ogni discontinuità qualunque onda propagata subisce una riflessione parziale, e quindi viene frazionata; l'effetto di discontinuità numerose si traduce in una suddivisione ripetuta delle fronti d'onda che propagano i colpi d'ariete, e quindi in uno smorzamento dell'intensità singola di ogni impulso. Non è *a priori* apparente in qual senso queste conclusioni debbano modificarsi, nè quale sia l'effetto risultante, allorquando la variazione avviene per gradi talmente suddivisi da poterla ritenere come continua. In questo caso è solamente evidente che l'equazione delle corde vibranti, e gl'integrali della forma $f(x \pm vt)$ cessano di essere valevoli; quindi la teoria matematica del fenomeno non è più trattabile elementarmente.

(1) *Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana*, vol. VII, pag. 140 (comunicazione letta alla Sezione di Roma nella seduta del 30 gennaio 1903).

Digitized by Google

Per stabilire le equazioni della propagazione si può procedere allora come segue. Sia:

x la distanza a partire dall'origine del tubo;

t il tempo;

$\varphi = \varphi(x, t)$ la pressione;

$v = v(x, t)$ la velocità del fluido;

λ la densità (massa per unità di volume) del fluido;

$S = S(x)$ la sezione del tubo;

$k = k(x)$ il coefficiente di compressibilità (rapporto fra incremento della massa del fluido per unità di x e incremento di pressione) dovuto all'effetto risultante delle elasticità del fluido e del tubo.

Tenendo le stesse approssimazioni da cui è partito l'ing. Allievi nello studio del moto lungo i tubi uniformi, cioè trascurando i moti trasversali e intestini, trascurando i termini $\varphi \frac{\partial S}{\partial x}$, $v \frac{\partial v}{\partial x}$ e $v \frac{\partial \lambda}{\partial x}$, i quali sono di secondo ordine di grandezza, si devono scrivere le due equazioni fondamentali (corrispondenti alle due equazioni [7] della memoria dell'Allievi) sotto la forma

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \varphi}{\partial x} + \lambda \dfrac{\partial v}{\partial t} = 0 \\ \lambda \dfrac{\partial (Sv)}{\partial x} + k \dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0 \end{cases} \qquad [1]$$

e queste sono, per approssimazione, da trattare come se λ fosse costante e come se S fosse funzione della sola x. Derivando la prima rispetto a t e la seconda rispetto ad x, si ricava rispettivamente:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial t} + \lambda \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial t} + \lambda \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{k} \frac{\partial (Sv)}{\partial x}\right) = 0$$

donde, confrontando, rimane la seguente equazione in v:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{k} \frac{\partial (Sv)}{\partial x}\right) \qquad [2]$$

Digitized by Google

Questa determina la legge di propagazione delle onde: e si riduce all'equazione delle corde vibranti nel caso in cui k, S non dipendono da x; altrimenti si sviluppa come segue:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{S}{k}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \left(\frac{2}{k}\frac{\partial S}{\partial x} - \frac{S}{k^2}\frac{\partial k}{\partial x}\right)\frac{\partial v}{\partial x} + \left(\frac{1}{k}\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{1}{k^2}\frac{\partial S}{\partial x}\frac{\partial k}{\partial x}\right)v$$

e si può scriverla quindi così:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = A\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + B\frac{\partial v}{\partial x} + Cv \qquad [3]$$

i coefficienti A, B, C essendo funzioni conosciute della x. Si ha dunque un'equazione lineare, ma a coefficienti variabili, la quale, salvo casi in cui i coefficienti soddisfino a relazioni particolari, non è integrabile. Si può nondimeno arrivare alla soluzione del problema proposto, studiando, in base alla forma dell'equazione stessa, quella dei suoi integrali.

2. — Si riduca anzitutto l'equazione a forma più semplice, assumendo come variabile indipendente, in luogo della x, la seguente:

$$\xi = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{A}} \qquad [4]$$

il che praticamente equivale a misurare le lunghezze lungo il tubo con una nuova scala, non più uniforme. Risulta:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + b\frac{\partial v}{\partial \xi} + cv \qquad [5]$$

dove i nuovi coefficienti $b(\xi)$ e $c(\xi)$ sono dati da:

$$b = \frac{1}{\sqrt{A}}\left(B - \frac{1}{2}\frac{\partial A}{\partial x}\right)$$
$$c = C \qquad [6]$$

Si sa *a priori* che l'integrale generale della [5], come quello di qualunque equazione di propagazione, deve comporsi della somma di due integrali, ciascuno con una funzione arbitraria, e rappresentanti la propagazione nel senso positivo e nel senso negativo rispettivamente. Uno qualunque di questi integrali resta determinato assegnando $v = v_0(t)$ per $x = 0$ e assegnando il senso della propa-

Digitized by Google

gazione, per esempio quello delle ξ positive. Con queste condizioni, e applicando sia il metodo di Riemann-Darboux, sia il metodo simbolico (ometto lo sviluppo dei calcoli) si può riconoscere che l'integrale medesimo deve avere la forma:

$$v = e^{-\sigma(\xi)} v_0(t-\xi) + \int_{-\infty}^{t-\xi} \Phi(\xi, t-\tau)\, v_0(\tau)\, d\tau \qquad [7]$$

dove la funzione σ è data da:

$$\sigma(\xi) = \int_0^{\xi} \frac{b}{2}\, d\xi$$

e la funzione Φ non dipende dalla forma della v_0, ma dipende dalla forma delle b, c, con legge tale che non è esprimibile coi simboli ordinari dell'analisi (1). Si può, quando b, c sono date, valutare la Φ numericamente; ma pel problema che dobbiamo ora risolvere questo calcolo non è necessario. Basta osservare che dei due termini che figurano nell'espressione di v, il primo è un termine finito, o termine di propagazione propriamente detta, il secondo è un termine di diffusione. Quando un impulso si propaga, il primo termine dà la fronte d'onda, il secondo rappresenta il residuo, non impulsivo, o coda d'onda, lasciato dalla fronte di onda nel suo cammino. Dunque la legge di propagazione degl'impulsi, e in particolare di tutti i colpi d'ariete, è data dal termine:

$$e^{-\sigma(\xi)} v_0(t-\xi) \qquad [8]$$

il calcolo del quale richiede due sole quadrature, che nei casi pratici si possono con facilità eseguire graficamente.

---

(1) Per verificare tutto ciò, basta sostituire l'espressione [7] nell'equazione [5], e trasformare il risultato mediante integrazioni per parti, in modo da esprimere per mezzo di v_0 e v_0' tutti i termini in v_0''. Raccogliendo allora i termini, si vede che il coefficiente di v_0' si annulla identicamente, e rimane un'equazione con due termini che hanno v_0 come fattore. Eguagliando separatamente a zero i coefficienti di questi termini, si ottengono due equazioni in Φ; e queste sono possibili a soddisfare, perchè l'una di esse è la [5] stessa e l'altra esprime una condizione differenziale iniziale che è compatibile con la [5] ed è atta a determinare un integrale particolare.

Digitized by Google

3. — Un calcolo analogo si può intraprendere per ricavare la legge di propagazione delle pressioni.

Derivando la seconda delle [1] rispetto a t e sostituendo il valore di $\frac{\partial v}{\partial t}$ ricavato dalla prima si elimina v, e rimane per φ la seguente equazione:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \frac{S}{k} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{1}{k} \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \qquad [9]$$

la quale con la sostituzione [4] si riduce alla forma:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \xi^2} + g \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} \qquad [10]$$

dove:

$$g = g(\xi) = \frac{S}{k} \frac{\partial}{\partial x} \sqrt{\frac{k}{S}} + \frac{1}{k} \frac{\partial S}{\partial x} \sqrt{\frac{k}{S}}$$

L'integrale corrispondente alla [7] è quindi dato da:

$$\varphi = e^{-\rho(\xi)} \varphi_0 (t - \xi) + \int_{-\infty}^{t-\xi} \Psi(\xi, t - \tau) \varphi_0 (\tau) d\tau \qquad [11]$$

nella quale:

$$\rho(\xi) = \int_0^{\xi} \frac{g}{2} d\xi$$

mentre la funzione Ψ non è calcolabile elementarmente. E la propagazione degli impulsi dipende dal solo termine:

$$e^{-\rho(\xi)} \varphi_0 (t - \xi) \qquad [12]$$

che corrisponde al termine [8] e si calcola nello stesso modo.

4. — Tanto nella formola [8] quanto nella formola [12] figura come coefficiente un esponenziale che può essere maggiore o minore dell'unità. Di quì può apparire che gl'impulsi subiscano talora aumento, talora diminuzione nel percorso.

Ma se in luogo di comparare le pressioni o le velocità, si ferma l'attenzione sulla energia totale convogliata dall'onda che propaga

Digitized by Google

l'impulso, il risultato è diverso; anche senza intraprendere il calcolo si può riconoscere *a priori* quello che accade, ragionando come segue. Ad un'epoca qualunque l'energia originaria di un impulso comunicato al principio del tubo deve ritrovarsi nell'energia dell'impulso propagato e in quella della coda d'onda; ma questa seconda non può essere una quantità negativa, e non può essere mai decrescente, perchè, come dimostrano le formole [7] e [11], dalla fronte d'onda si distaccano continuamente elementi che vanno a prolungare la coda, mentre nessun elemento della coda può raggiungere mai la fronte; dunque l'energia della fronte d'onda, cioè dell'impulso propagato è sempre minore di quella dell'impulso originario e va sempre decrescendo, eccetto i tratti di tubo uniforme nei quali rimane stazionaria; non si riduce però mai a zero, perchè dalle formole [8] e [12] si vede che la fronte d'onda a qualunque distanza non sparisce mai.

Riassumendo questi risultati, concludiamo che: — *Lungo una conduttura non uniforme i colpi d'ariete si propagano con una velocità* $= \sqrt{A}$, *che è variabile lungo il percorso, ma il cui valore in ogni singolo punto è lo stesso come se ivi il tubo fosse uniforme; e nel percorso subiscono un'attenuazione progressiva che cresce con la distanza; ma in nessun caso vengono totalmente dispersi.* Qualunque deviazione dall'uniformità della conduttura, con qualunque legge sia fatta, è dunque vantaggiosa dal punto di vista dello smorzamento dei colpi d'ariete, pur non riuscendo mai ad annullarli.

Le conclusioni valgono tanto che sia variabile il solo diametro o il solo spessore, o entrambi gli elementi insieme.

***

5. — Tratto ora il caso in cui interviene l'attrito, e per maggior generalità suppongo questo fatto simultaneo a quello della non uniformità della conduttura.

Indico con $\tau(v, x)$ il valore della resistenza d'attrito, senza fare nessuna ipotesi speciale intorno alla legge con cui dipende da v e dal diametro del tubo. Le equazioni fondamentali sono allora:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \varphi}{\partial x} + \lambda \dfrac{\partial v}{\partial t} + \tau(v, x) = 0 \\ \lambda \dfrac{\partial (Sv)}{\partial x} + k \dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0 \end{cases} \qquad [13]$$

Digitized by Google

Derivando la prima rispetto a t, e la seconda rispetto ad x, si deduce rispettivamente:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial t} + \lambda \dfrac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \dfrac{\partial \tau}{\partial v} \dfrac{\partial v}{\partial t} = 0 \\ \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial t} + \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\lambda \dfrac{\partial (Sv)}{\partial x}\right) = 0 \end{cases}$$

Di qui, eliminando φ, risulta l'equazione in v, cioè:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial \tau}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{k} \frac{\partial (Sv)}{\partial x}\right)$$

e questa, sviluppata, si scrive così:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial \tau}{\partial v} \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{S}{k} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \left(S \frac{\partial k^{-1}}{\partial x} + \frac{2}{k} \frac{\partial S}{\partial x}\right) \frac{\partial v}{\partial x} + \left(\frac{\partial k^{-1}}{\partial x} \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{1}{k} \frac{\partial^2 S}{\partial x^2}\right) v$$

ovvero:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + R \frac{\partial v}{\partial t} = A \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + B \frac{\partial v}{\partial x} + Cv$$

dove $R = R(v, x)$ è un coefficiente dovuto all'attrito, e A, B, C hanno gli stessi valori come nell'equazione [3].

Anche qui, effettuando la sostituzione [4], si riduce all'unità il coefficiente del primo termine a secondo membro, e si ha ultimamente l'equazione nella forma:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + R \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + b \frac{\partial v}{\partial \xi} + cv \qquad [16]$$

dove b, c sono come nella [5]. E ora bisogna distinguere due casi, secondo la natura della R.

Se, come caso particolare, R non contiene v, cioè $R = R(x)$ solamente, l'equazione è ancora lineare e si può sempre applicare il metodo di Riemann. Si riconosce conseguentemente che essa ammette un integrale della forma:

$$v = e^{-\sigma(\xi)} v_0(t - \xi) + \int_{-\infty}^{t-\xi} \Phi(\xi, t - \tau)\, v_0(\tau)\, d\tau \qquad [17]$$

Digitized by Google

dove le σ, Φ sono sempre finite, ma non hanno gli stessi valori come nella [7]; in particolare si ha:

$$\sigma = \int_0^{\xi} \left(\frac{R}{2} + \frac{b}{2} \right) d\xi$$

E il primo termine della [17] è sempre quello da cui dipende la propagazione degl'impulsi. L'effetto dei colpi d'ariete si può quindi ancora calcolare completamente per mezzo d'integrazioni grafiche.

Invece, nel caso generale, in cui $R = R(v, x)$ l'equazione non è più lineare, non si può discutere col metodo di Riemann, e non ammette integrali della forma [17]. Applicando nondimeno la teoria delle caratteristiche delle equazioni semi-lineari, si può riconoscere la forma dell'integrale nel caso, che a noi interessa, in cui la funzione arbitraria $u_0(t)$ sia una funzione impulsiva $Fu(t)$; e si trova allora un risultato che si può ancora mettere sotto la forma stessa della [17]; cioè:

$$v = e^{-\theta(\xi)} Fu(t - \xi) + \textit{un termine non impulsivo} \qquad [18]$$

e qui θ è una funzione finita, crescente con R e con b, non più calcolabile per mezzo di quadrature, ma sviluppabile in serie.

E un risultato analogo si trova calcolando la legge di propagazione delle pressioni. E vale anche qui lo stesso ragionamento fatto nel caso primo riguardo all'energia propagata, con in più la sola osservazione che qui la somma delle energie, anzichè essere costante, va continuamente decrescendo, perchè l'attrito ne dissipa una parte.

Quindi, concludendo: — *L'attrito non influisce sulla velocità di propagazione dei colpi d'ariete, ma influisce sulla loro intensità, e precisamente esercita un effetto di attenuazione che si sovrappone a quello eventualmente dovuto alla non uniformità della conduttura; e in nessun caso questa attenuazione complessiva è tale che gl'impulsi propagati possano venire interamente dispersi.*

Gli effetti dovuti alla non uniformità di spessore e di diametro delle condutture e all'intervento dell'attrito, per quanto riguarda la propagazione delle onde impulsive o colpi d'ariete, sono così qualitativamente e quantitativamente determinabili.

Digitized by Google

N. 21.

PROGETTO DI DERIVAZIONE IDRO-ELETTRICA DAL VOLTURNO

E MODO DI RADDOPPIARNE LA POTENZA

CONFERENZA

*tenuta dall'*Ing. **FRANCESCO RUFFOLO** *alla Sezione di Napoli il 28 maggio 1905.*

Signori,

Innanzi tutto compio il dovere di ringraziarvi, col nostro carissimo prof. Lombardi, per l'onore che m'impartite ascoltandomi. Sarò brevissimo, accennando solo alla grossa linea del progetto che mi onoro di sottoporvi, premettendo brevi cenni economici sulle industrie di Napoli.

Dalla pubblicazione della Commissione per Napoli risulta che nel 1903 la città contava 2104 opifici industriali, così distinti:

Officine governative ferroviarie, tramviarie . .	22
Officine di gas e luce	4
Industrie minerarie, metallurgiche, meccaniche e chimiche	778
Industrie alimentari	385
Industrie tessili	152
Industrie diverse	767

Il numero totale delle caldaie a vapore era di 215, e la complessiva potenza 22,109 HP; quello dei motori a gas era di 99 con 102 HP; ed infine i motori elettrici raggiungevano il numero di 114 e la complessiva potenza era di 626 HP.

Il complesso delle cifre sembrava più che soddisfacente, ma se si considera che delle 215 caldaie a vapore con 22,109 HP, ben 94 appartenevano alle due officine di gas e luce, alle officine governative, ferroviarie e tramviarie restavano squallide cifre, ossia 2082 opifici con 3506 HP complessivi: un cavallo e mezzo per opificio, come media statistica. Questa media però non poteva e non può essere nemmeno di magro conforto, giacchè il numero dei motori, in tutto, era di 306, mentre le industrie erano (e sono ancora) 2082; quindi circa 1800 centri manufatturieri non avevano, e non hanno al certo ancora, motori termici od elettrici, sia per l'entità di ciascuna delle industrie elencate dalla Commissione, sia per la natura di esse non richiedenti forze o pochissime.

Digitized by Google

Se si considera la potenza meccanica usufruita in rapporto agli operai — escludendo dal calcolo la potenza e gli operai delle officine governative, tranviarie, ecc. — si trovano 3500 cavalli di fronte a 33,000 operai, ossia 10 operai per un cavallo.

Simile relazione nelle città della Lombardia, come da statistica industriale del 1900, è rappresentata dalle seguenti cifre:

Bergamo 2.1; Brescia 1.5; Como 5.2; Cremona 3.8; Mantova 2.8; Milano 3; Pavia 2.3; Sondrio 1.2.

Como è dunque la città il cui rapporto tra gli operai — potenza pensante — e la potenza meccanica si avvicina a Napoli. Non si creda però che fosse meno manifatturiera delle consorelle lombarde; anzi, in rapporto alla popolazione, ha più operai industriali la provincia di Como che quella di Milano; e ciò è spiegabile, poichè a Como sono molto sviluppate le industrie tessili che richiedono poca forza, relativamente, e molte braccia. La provincia di Como però è stata sempre manifatturiera, anche quando le motrici termiche rendevano molto costoso il cavallo-ora. Nè si può dire che lo sviluppo industriale sia dovuto all'incremento che in questi ultimi anni hanno raggiunto le forze idrauliche, giacchè nel 1900 la statistica registrava 398 caldaie con 5788 cavalli, e circa altrettanti di energia idraulica. Queste cifre confermerebbero la teoria, con la quale si ritiene che i coefficienti primi dello sviluppo manifatturiero sono la *tecnica* ed il *capitale;* i quali sanno sempre provvedersi di motori convenienti ed economici. Nei casi di deficienza di tecnica e di capitale anche la forza gratuita non sortirebbe alcun progresso.

A Napoli, scarsa la tecnica e deficiente il capitale, non restava che il terzo fattore, elemento braccia, determinandosi così quelle specifiche condizioni economiche sociali, magistralmente studiate dal Pareto nel secondo volume della sua opera, capitolo: *Produzione.*

Nella statistica della Commissione un sol barlume di progresso era rappresentato dai 104 motori elettrici della complessiva potenza di 256 cavalli.

All'inizio quindi del 1903 i piccoli motori elettrici avevano guadagnata la città, installandosi in tutti i suoi rioni.

Questo inizio d'importante progresso è dovuto alle due Società elettriche; di cui una conta oggi abbonati per forza motrice per 1000 kw. d'energia, e l'altra contava, al dicembre ultimo, 1270 cavalli installati.

Queste due Società, avendo informata la loro condotta ad un sanissimo principio economico, *il benessere generale integra anche quello individuate,* hanno dato alle industrie del paese non lieve impulso.

Digitized by Google

Ciò è titolo di benemerenza; tanto più che l'inizio di questo progresso si ebbe quando le depresse condizioni economiche di Napoli non erano tanto divulgate come oggi.

I tardi ma giusti reclami di Napoli, aspirante al suo risorgimento economico, ebbero in parte esaudimento nella legge 8 luglio 1904, per effetto della quale il Governo è autorizzato — fra altri provvedimenti — di concedere a perpetuità, e gratuitamente, al Municipio di Napoli la derivazione delle sorgenti di Capo Volturno.

Le pratiche per tradurre in atto questa disposizione sono in corso. Noto l'art. 24 della legge così concepito:

« Gli utili netti dell'azienda, accertati col conto approvato, saranno destinati al miglioramento dell'azienda stessa e principalmente a ridurre il prezzo dell'unità di forza ».

Il Volturno, così almeno era nella mente del legislatore, doveva costituire il primo coefficiente del risveglio industriale, cioè la forza a buon mercato; ma questo desiderio — legislativo — potrà verificarsi?

In altri termini, da questo trasporto di energia avremo proprio la forza a buon mercato, ovvero costituirà, per noi che viviamo e respiriamo la vita di Napoli, una disillusione simile a quella provata per gli sgravi sui consumi, sgravi che hanno arrotondato le tasche del grossista? È questa la vera preoccupazione del mondo pensante napoletano, ed è su questo quesito che io ardisco richiamare tutta la benevole attenzione della nostra Associazione, perchè interessa la più bella e mite città d'Italia.

A noi tutti sono noti i risultati economici del progetto municipale; ed è del pari conosciuta la portata delle sorgenti di Capo Volturno, oscillante tra i 5 e 6 metri cubi nei periodi di magra, portata misurata dal compianto Zoppi, ed enunciata nel volume: *Volturno, Sarno, Tusciano.*

È sulla massima magra di mc. 5.570 che baso i miei calcoli economici, cominciando dall'osservare che per non lasciare un tratto di fiume all'asciutto, cioè dalle sorgenti Capo al Ponte Volturno, su volume maggiore di 5000 litri non si deve fare assegnamento.

L'altezza utile è di quasi 200 metri, e quindi la potenza sull'asse delle turbine oscillerà intorno ai 10,000 HP. Di questi non ne arriveranno alle porte di Napoli — ripeto alle porte — più di 8000, per i quali il municipio ha preventivato una spesa di 7 milioni.

Decomponendo questo totale nelle singole parti, e stabilendo le percentuali d'ammortamento in generale ammesse e raccomandate

Digitized by Google

a Milano, e nel distretto elettrico di Grenoble (studio economico pubblicato dagli ingegneri Dusangey e Pionchon) si hanno i seguenti risultati:

	Costo	Int.	Amm.	Totale	Somma corrispondente
Spese per studi diversi e somma a disposizione	688,000	3.5	0	3.50	24,080
Opere alla presa	842,000	3.5	2.5	6	50,520
Officina fabbricato	550,000	3.5	1.5	5	27,000
Condotta forzata	1,670,000	3.5	3.50	7	116,900
Motori idraulici	150,000	3.5	6	9.5	14,250
Totale	3,900,000				233,250
Alternatori ed organi di accoppiamento	415,000				
Eccitatrici	29,000				
Trasformatori elevatori	215,000				
„ riduttori	176,000				
Totale	835,000	3.50	10	13.50	112,725
Quadri di manovra	204,000	3.5	5.5	9	18,360
Rame	580,000	3.5	3.00	6.50	37,700
Supporti	678,000	3.5	7.50	11	74,580
Fabbricato	207,000	3.5	1.5	5	10,350
Cabine e telefono	78,000	3.5	5 5	9	7,020
Imprevisti 35,000					
Espropriazioni 220,000	255,000	3.50	1.50	5	12,750
Studi	199,000	3 50	0	3 50	6,945
Interessi durante la costruzione (2 anni su 7 milioni, 2.5 %)	350,000	3.50	0	3 50	12,205
In uno	3,386,000				292,635
			Totale		526,000

Se invece di calcolare come ho fatto, e come si usa nel mondo bancario, si volesse trovare la quota annua di ammortamento ed interesse a mezzo della formula

$$a = C \frac{(V-1)\,V^n}{V^n - 1},$$

(nella quale, $a =$ quota annua di ammortamento ed interesse; $C =$ capitale; $v =$ valore di una lira e del suo frutto dopo un anno; $n =$ anni) si raggiungerebbe la cifra di circa 460 mila lire, facendo $n = 50$, perchè dopo 50 anni (durata del prestito al Municipio) dovrebbe trovarsi ammortizzato tutto il capitale speso.

Digitized by Google

	Spese di esercizio per anno.		Fisse	Variabili
Categoria 1ª	Un direttore generale		10,000	
	Un ingegnere capo		6,000	
	Un capostazione alla centrale		3,600	
	Operai elettricisti alla centrale	2		
	Sottostazione	2		
	Totale	4	4,400	
	Operai supplementari	2		2,000
	Magazziniere	1	1,500	
	Operai al magazzino	1	1,100	
	Operai supplementari	3		3,000
	Totale	4		
	Una guardia alla presa		1,200	
	„ alle saracinesche		1,200	
	„ al canale derivatore		800	
	5 squadre guardafili per la linea ad alta tensione (1).		22,000	
	Totale		51,800	5,000
	Ufficio.			
Categoria 2ª	1 contabile		3,600	
	2 scritturali		3,000	
	2 fattorini		1,200	
	1 disegnatore		2,000	
	2 impiegati per la misura dell'energia agli utenti		2,800	
	2 esattori		3,000	
	Personale straordinario			3,500
	Diversi e cancelleria		1,100	
	Totale		17,500	3,500
	Spese all'officina.		**Fisse**	**Variabili**
Categoria 3ª	Lubrificanti			10,000
	Materie prime per le riparazioni correnti alle turbine, alternatori, ecc., (rame, acciaio, isolatori, ecc)			10,000
	Forniture diverse (valvole, spazzole, collettori, ecc.)			6,000
	Riparazioni agli apparecchi di misura			2,000
	Grosse riparazioni			20,000
	Assicurazione dei locali, del personale, ecc.		6,000	
	Imposte		15,000	5,000
	Spese a disposizione del direttore d'ufficio		10,000	
	Spese d'ufficio		6,000	
	Imprevisti in arrotondamenti di cifre			2,200
	Totale		37,000	55,200

(1) Per la linea ad alta tensione occorre una squadra, composta di due operai con carretto e conducente, ogni 20 chilometri. — Costo di ogni squadra per giorno L. 12; per cinque squadre L. 60, e per anno, in totale, L. 22,000.

Digitized by Google

Riepilogo.

Categoria 1ª	51,800	5,000
„ 2ª	17,500	3,500
„ 3ª	37.000	55,200
Totali	106,300	63,700
	63,700	
In uno	170,000	

In totale quindi le spese di ammortamento e di esercizio saranno:

Ammortamento ed interessi	L. 526,000
Manutenzione, esercizio, ecc.	» 170,000
Straordinari lavori di manutenzione, spese straordinarie di esercizio e di rinnovazione del macchinario, apparecchi, ecc. (1)	» 119,000
Totale spesa annua	L. 815,000

ossia l'11.6 per cento del valore dell'impianto.

Ammesso che gli HP elettrici ai secondari dei trasformatori in arrivo raggiungessero 7800, si avrebbe il costo dell'HP annuo uguale a

$$\frac{815{,}000}{7{,}800} = 104.$$

Non posso qui fare a meno di soggiungere che le cifre riguardanti l'esercizio, dette variabili, e le altre di rinnovazione sono vera-

(1) Per straordinarie manutenzioni intendo, ad esempio, la rifazione d'un tratto di canale, eventuali restauri alla diga, come pure acquisti di nuove macchine prima che quelle a sostituirsi *siano ammortizzate*.

Da esperienze personali mi risulta che chi possiede un macchinario di costo P spende annualmente, per migliorarlo e rinnovarlo, secondo gli anni più o meno ricchi di lavoro, e secondo i guadagni degli anni precedenti, da

$$\frac{P}{15} \ a \ \frac{P}{25}.$$

Per una macchina quindi *sostituita* dopo cinque anni di lavoro, e la cui ammortizzazione siasi calcolata in 20 anni si perdono 15 annualità di ammortamento di quella macchina. A queste perdite si provvede col fondo *delle rinnovazioni*.

Nel caso in esame, il macchinario — in totale — importerà la cifra di L. 1,190,000, ed ho designato solo il 10 per cento — ossia L. 119,000 — come fondo di manutenzioni straordinarie e per le rinnovazioni.

Cade opportuno riferire una mia osservazione, quella cioè, che *quando mancano le spese di rinnovazioni, ho notato indizio di decadimento della industria.*

Digitized by Google

mente oscillanti dappertutto e diverse da un anno all'altro, il che potrebbe far sorgere dei dubbi sulla attendibilità delle cifre esposte. Però la percentuale totale, rappresentante l'ammortamento, l'interesse, la manutenzione e la rinnovazione, somma all'11.6 per cento del capitale previsto, mentre le Società di Paderno calcola il 15 per cento, in totale, ed a Grenoble il 15.80 per cento.

Ciò dimostra che il calcolo sottomessovi è informato a criterio di grandissima economia nelle spese di esercizio e di manutenzione, giacchè se alla percentuale trovata dell'11.6 per cento si aggiunge 1.50 per cento di economia sul tasso dell'interesse, si ha la percentuale del 13.10, inferiore alla cifra di Paderno del 2 per cento.

Se si ammette poi che per la canalizzazione interna di Napoli occorrano solamente tre milioni, allora il costo dell'HP, ai posti di consumo, salirà da L. 104 a L. 144, calcolando solo al 10 per cento la percentuale d'ammortamento, interesse ed esercizio, e non *tenendo conto* delle perdite di energia sulle reti di servizio agli abbonati.

Ed a proposito di costo noto che il reddito dell'HP elettrico installato dalle due Società esercenti, raggiunge appunto le 120 lire all'anno per potenza media di 5 HP, e si fanno oggi sforzi per aumentarlo, aumento che si verificherà quando il lavoro manifatturiero sarà più intenso. Come prezzo del kw.-ora è dai 20 ai 10 centesimi, ed il coefficiente di carico 0.50; i motorini elettrici quindi, entro Napoli, lavorano poco.

Ritornando ora al nostro argomento, quando l'energia elettrica del Volturno sarà a Napoli, *per le potenze medie e grandi il cavallo elettrico non potrà vendersi a prezzo maggiore della potenza termica, la quale, per macchina a gas povero da 100 a 5 HP costa, all'anno, rispettivamente, da L. 120 a L. 200 per 10-12 ore di lavoro giornaliero.* E questi motori si perfezionano di giorno in giorno.

L'HP elettrico costerà all'Amministrazione comunale 144 lire, ed allora?... Costi pure 120, ma i benefizi sognati dal trasporto del Volturno, designato il *tocca-sana* di tutte le depressioni economiche, sfumeranno.

Non vorrei essere molesta Cassandra, ma date le attuali condizioni delle industrie elettriche a Napoli, il Volturno non apporterà vantaggio sensibile, perchè non bastevole a tutti i bisogni presenti e futuri della città, e perchè arriverà tardi, di fronte allo agguerrito carbone che ha già la piazza nelle mani, con erogazioni — a tutt'oggi — di corrente di 2000 kw. per motori, e 450,000 lampade installate.

Il fulcro delle Società esercenti è costituito appunto dalle reti

Digitized by Google

di distribuzioni in tutte le vie della città, il che permette loro di installare motori elettrici dappertutto.

Ma se pur le condizioni, l'esperienza, i mezzi e la pratica acquistata dalle esercenti Società non le mettessero in condizioni di non aver nulla a temere del Volturno, sarebbe invero strano che, pensando all'avvenire economico di Napoli, si dovessero deprimere, con una malintesa concorrenza, i primi che hanno introdotto il motore elettrico a Napoli!...

Le industrie grandi e piccole non debbono formare che una sola categoria manifatturiera; e quindi qualunque provvedimento governativo od amministrativo non sarebbe razionale se non mirasse ad avvantaggiare tutte le industrie, niuna esclusa.

Per uniformarsi a questo criterio la piccolezza del Volturno, per tutti i bisogni di Napoli, è un ostacolo; giacchè le industrie elettriche oggi sono rappresentate da circa 10000 HP, e fra poco questa potenza sarà aumentata.

L'energia del Volturno non arriva a tanto: ecco la superiorità della forza termica a Napoli.

Se sono giuste le esposte considerazioni, un aumento di energia nella centrale del Volturno, o l'esecuzione di nuove derivazioni, risolverebbe il quesito.

A questo fine trovando difficilissima, se non impossibile, per la permeabilità del suolo, in gran parte di travertino, la costruzione di un bacino di raccolta nell'altipiano di Rocchetta, ho pensato al Sangro, il cui bacino è diviso da quello del Volturno dal Crinale dei Monti Meta; e questi due bacini, alla quota di 830 metri, sono divisi da una distanza rettilinea appena di 4180 metri. (*Veggasi tavola allegata*).

Il Sangro nasce tra le maestose vette Meta e Mersicana, che dividono il proprio versante dall'altro del Volturno e Liri.

Le sue prime sorgenti sono alla quota di 1210 metri sul medio marino, e sotto il ponte ferroviario, fra le stazioni di Alfedena e Sant'Ilario, raggiunge la quota di 869.27.

La superficie del bacino, fino a questo ponte, è di circa 400 chilometri quadrati.

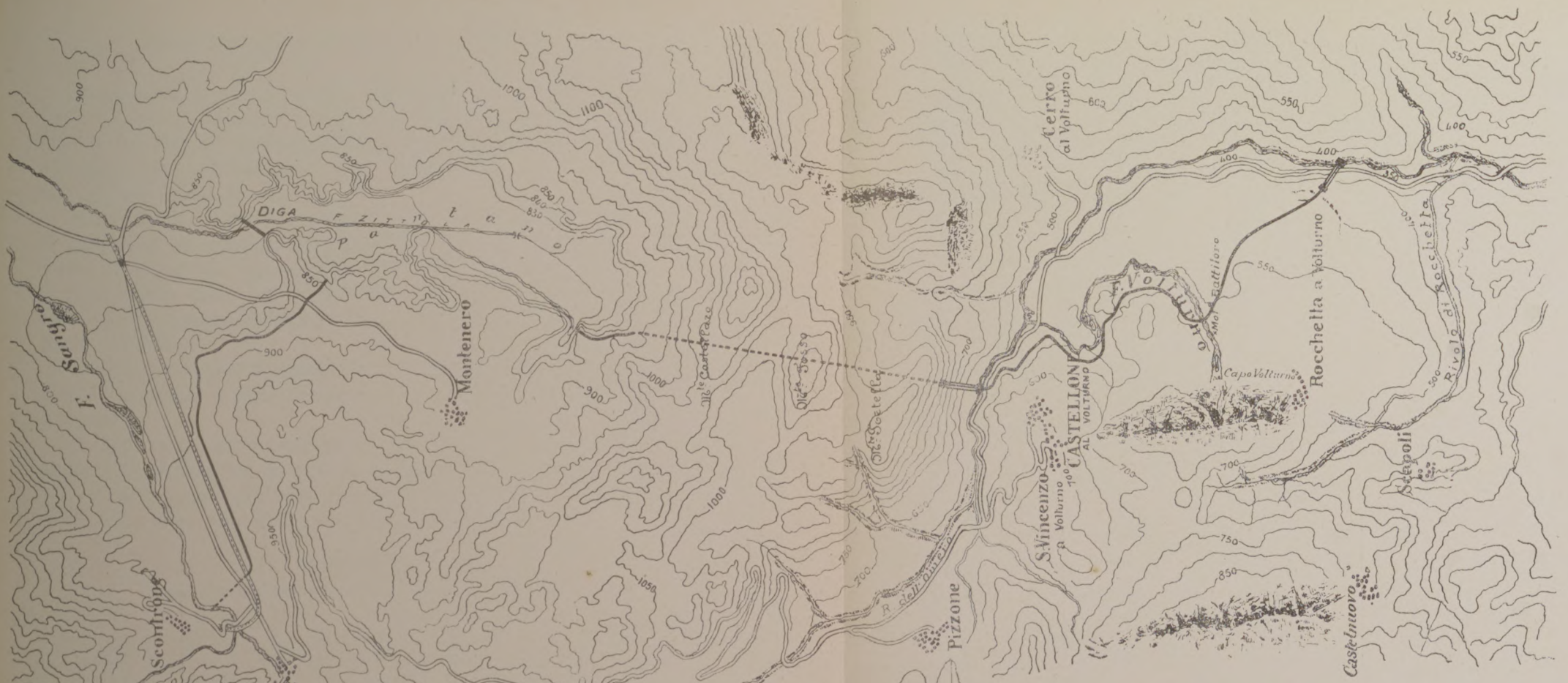
I terreni fino ad Alfedena sono permeabili, perchè costituiti da calcari compatti, cristallini e semi-cristallini; ma frammisti, specialmente nelle vicinanze del fiume, a terreni semi-permeabili ed impermeabili.

Non esiste alcun idrometro in quelle belle regioni, e nemmeno qualche stazione pluviometrica: la metereologia è scienza dell'avvenire per le regioni di montagna della nostra Italia.

Digitized by Google

Derivazione del Sangro e Volturno

Scala di 1 : 50.000
Equidistanza di 50 metri


DIGA
Montenero
Barrea
Scontrone
Alfedena
Pizzone
Castelnuovo
Rocchetta a Volturno
Capo Volturno
Rivolo di Rocchetta
Cerro al Volturno
S. Vincenzo a Volturno
CASTELLONE AL VOLTURNO
Monte Cortefreddo
Monte Sterparo
Monte Sterpello
Monte Mattiloro
Monte Miletto
Monte Cavallo
Monte Tre Confini
Monte Meta
Monte Marrone
Monte Greco
Monte Rotella
Monte Tartaro
Monte Capraro
Monte Rocchetta
Monte Pratello
Monte Cavallerizzo
Monte Cavallone
Monte Cavallo

Digitized by Google

Sono solamente note le portate del Sangro al ponte ferroviario fra le stazioni di Alfedena e Sant'Ilario nei periodi di magra, dovute al cav. Perrone, antico segretario delle miniere. Queste misure, dal luglio 1901 al settembre 1902, sempre prese nei periodi di magra, hanno dato da mc. 3.5 a 7.5.

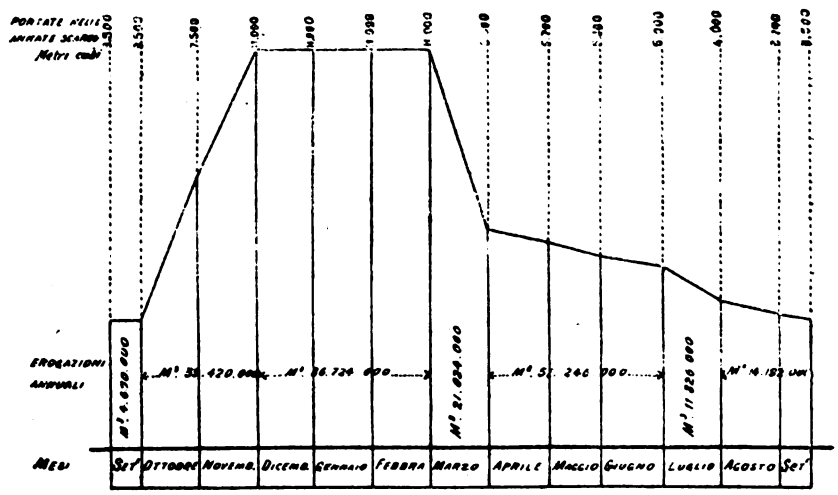
Non avendosi notizie sulle portate iemali e sulle piene, il 27 marzo di quest'anno ho eseguito una misura proprio sotto il ponte ferroviario, ed ho trovato una portata di oltre mc. 25, riconfermata poi il 21 di questo mese, con verifica dei dati presi precedentemente, ossia, sezione liquida, cadente, ecc., per l'applicazione delle formule Bazin e Kutter.

Questa portata però potrebbe essere eccezionalmente abbondante, perchè l'invernata è stata nevosa, e nel marzo le nevi cominciavano a liquefarsi.

In ogni modo, tutto considerato, mi risulta che il fiume Sangro, al ponte ferroviario fra le stazioni di Alfedena e Sant'Ilario, eroga un volume annuale di acqua oscillante dai 270 ai 370 milioni di metri cubi, come dimostro col diagramma seguente:

DIAGRAMMA

DELLA PORTATA ANNUALE DEL SANGRO (maggio 1905).



Ora, un'erogazione perenne di mc. 4, importando un volume totale annuo di 126 milioni di metri cubi, potrà aversi dal Sangro; giacchè si tratterà di derivare poco più del terzo della sua annuale erogazione.

Digitized by Google

Il fine quindi di questo progetto è appunto quello di trarre vantaggio dei 4 mc. che si possono derivare dal Sangro, senza alterare il suo regime, e di due salti: uno di m. 300 circa sul versante dell'Omero, soprastante alle sorgenti Capo Volturno, l'altro di circa 200 metri, dall'altipiano di Rocchetta al Volturno, nei pressi del Rivolo di Rocchetta.

Questo disegno però non sarebbe realizzabile senza l'ausilio di un grande bacino di raccolta, giacchè la portata del Sangro è importantissima, ma variabile, tanto che nei periodi di magra — periodi che durano pochissimo — raggiunge appena i mc. 3.5, e volendoli derivare tutti — specialmente in altro versante — resterebbero circa 50 chilometri di alveo del fiume all'asciutto perfettamente.

L'orografia locale permette di raggiungere questo scopo.

Il fiume Zitola, tributario del Sangro, scorre da questo poco lontano in una vasta pianura detta Pantano, circondata dagli ultimi contrafforti del gruppo del Meta e dalla piccola catena del Monte Curvale.

Dalla stazione di Montenero Valcocchiara dista circa tre chilometri: durante la stagione piovosa si converte in un lago, e nell'estate in un vasto acquitrino, donde il nome di Pantano.

Il fiume che solca questa pianura riceve il suo maggior perenne contributo dalle sorgenti numerose che scaturiscono dai calcari eocenici. Il Pantano poi all'estremo nord si apre un varco che lo mette in comunicazione con la valle del Sangro.

La costituzione geologica è la seguente: i monti circostanti sono formati dal calcare eocenico, alternato alle volte con scisti argillosi, e la pianura è costituita invece da un potente banco, quasi orizzontale, regolarissimo, di argilla turchina, tenace, simile a quella pliocenica.

Su questo banco di argilla riposa, saltuariamente, un banco di torba, di entità tale però e così impregnato d'acqua da non presentare tornaconto all'estrazione.

Il fondo di Pantano ha la quota di 815 metri verso il nord, e 830 verso il sud: la presa dal Sangro l'ho designato alla quota 860.

Ora, sbarrando con una diga il varco a nord di Pantano, e versando in questo frazione della portata del Sangro nei tempi ordinari, e tutta la portata delle piene, l'antico lago sarebbe ripristinato, ed i quattro metri cubi si potranno da questo attingere a convogliare nel versante del Volturno, che sarebbe raggiunto con una galleria di circa 4 chilometri.

L'inizio di questa fu da me designata nel fondo di Pantano a sud, in una insenatura alla quota 830. La capacità di questo grande

Digitized by Google

serbatoio sarebbe: fino alla quota 820, 5000 mc. circa; fino a 830, 14 milioni; fino a 840, 53 milioni; fino ad 850, 100 milioni circa.

Se si considera ora, nelle peggiori ipotesi, che due metri cubi si potranno sempre avere dal Sangro, ed il bacino non costituirebbe, per questo volume, che un semplice passaggio, sarebbe sufficiente, allo scopo progettuale, di raccogliere le acque fino alla quota 840, e portare la cresta della diga di sbarramento alla quota 842.

La platea della galleria all'inizio è alla quota 830, e si guadagnerebbe il versante del Volturno alla quota di m. 828.

Con una condotta forzata, lunga appena 468 metri nel versante dell'Omero, si avrebbe la prima stazione elettrica nel bacino del Volturno, con un salto utile di metri 301, e conseguente potenza di 12 mila HP effettivi.

Continuando il derivatore lungo il ciglio dell'altipiano per altri km. 5, si guadagnerebbe la quota 529, e, con una seconda condotta forzata, lunga appena 344 metri, si utilizzerebbe un secondo salto di 180 metri, e quindi altra energia per circa 7200 HP.

In uno, la potenza totale che si avrebbe dal Sangro, così derivato, sarebbe di 19,000 cavalli effettivi.

Alla quota 349 il Volturno riceverebbe il contributo di altri mc. 4 d'acqua, utilizzabili nel corso inferiore che bagna prima la provincia di Molise, poi quelle di Caserta e Napoli.

Tali utilizzazioni, s'intende, sono progettate nel caso che del Sangro si debba trarre vantaggio indipendente dal Volturno; ma se, al contrario, dopo la prima utilizzazione, le acque si dovessero versare nel Volturno, allora l'altezza utile del primo salto si ridurrebbe a 280.82, con 11,500 HP, e la portata del Volturno da 5 mc. si eleverebbe a 9, con seguente potenza (seguendo le linee del progetto municipale) di circa 18,000 HP.

Sommata questa potenza all'altra del primo salto si avrebbe un totale di energia disponibile sulle turbine di 29,000 HP eff., ossia 21,700 HP elettrici entro il recinto di Napoli. Ripeto: entro il recinto di Napoli, avendo calcolato tutte le perdite al 25 per cento dell'energia resa dalle turbine.

Concludo dal lato tecnico:

1° L'erogazione annuale del Sangro è tale da poter derivare, con l'ausilio di un bacino di raccolta a Pantano, mc. 4, perennemente, senza nocumento alcuno al regime delle acque; giacchè, in ogni ipotesi, in tempi di magra, la sottrazione di acqua dal Sangro dovrebbe essere regolata in modo da lasciare nell'alveo non meno di 2 mc. d'acqua, ossia i $^2/_3$ delle portate di massima magra, le quali

Digitized by Google

capitano a lunghi intervalli di anni. E forse con lo studio definitivo dimostrerò di poter lasciare al Sangro, *sempre,* tutta la sua portata di massima magra, ossia mc. 3.5.

Nei tempi di piena la derivazione dovrà limitarsi alla capacità del primo tronco del derivatore, progettato per portata fino a mc. 40.

2° Niun nocumento arrecherebbe questa opera a' terzi, giacchè il Sangro non ha importanti utilizzazioni. Dico importanti, giacchè le utilizzazioni esistenti sono:

Fra la Valle di Fondillo e Castel di Sangro, 5 molini con forza totale teoretica di .	100	HP
Fra Castel di Sangro e Quadri, 11 opifici con	190	»
Fra Quadri e l'Aventino, 15 opifici con . .	400	»
Totale . . .	690	HP

Dopo l'Aventino vi sono altri 8 opifici fino al mare, ma di essi non v'è affatto a pensare; giacchè l'Aventino, distante dalla presa designata col presente progetto di circa 50 chilometri, apporta un contributo al Sangro di 5 mc. in tempi di magra. Inoltre la popolazione del bacino del Sangro, da Alfedena a Villa Santa Maria, è rappresentata da circa una trentina di Comuni con 50 mila abitanti o poco più, in totale.

3° Difficoltà costruttive non ve ne sono importanti.

La diga a Pantano l'ho progettata in terra, e dessa sarebbe di poco più alta delle altre costruite dette del Cheliff e di Meurard in Algeria; meno alta di quella di S. Cristophe, fatta con pietrame a secco e rivestimento murario. Di lunghezza però sarebbe certo fra le più importanti che io mi sappia, a meno che non fosse superata da quelle indiane, delle quali non mi è riuscito avere notizie alcuna, per quante ricerche avessi fatto qui ed altrove. Al certo, se per questo progetto sorgesse l'alba della sua esecuzione, ed io me l'auguro per Napoli, dovrebbe studiarsi la convenienza fra la diga di muratura ed in terra, e designare tali opere d'incanalamento, a valle della diga, da impedire, in ogni ipotesi, una erogazione maggiore delle piene ordinarie del fiume.

E vengo al lato economico, alla spesa del progetto, sottomettendovi i dati principali, per non ripetervi una sequela di calcoli e di cifre.

Sulla stima delle opere realmente dichiaro che sono stato prudente, e forse in diversi punti all'eccesso. Gli è perchè ho voluto sottomettervi un preventivo sulle cui cifre si possa fare un serio affidamento.

Digitized by Google

Per il bacino e diga Pantano ho prsventivato un milione e mezzo, e per la grande galleria ho avuto a base il costo delle gallerie costrutte sulla strada ferrata Caianello-Sulmona. Per le condotture forzate gli spessori della lamiera sono stati calcolati con le formule più accreditate di Barlow, Brix, opportunamente applicate, ed avendo anche presente le formule pratiche delle officine di Terni e Savigliano.

Il macchinario e materiale elettrico è a base dei prezzi delle principali Case d'Europa, ed infine, per l'impianto delle linee ad alta tensione, ho tenuto presente il costo delle linee finora costruite (almeno quei dati che ho potuto procurarmi).

Nel calcolo poi delle spese di ammortamento e di esercizio ho adottato la percentuale di Paderno diminuita del 2 per cento, giacchè la città di Napoli avrà i fondi del Governo al 3.5 per cento; e per i primi dieci anni, al 2.5 per cento.

Premesso ciò trovo:

1° Diga sul Sangro, derivatore scoperto, bacino Pantano, galleria, condottura forzata sul versante Omero, prima officina idroelettrica, canale derivatore sulla pianura di Rocchetta, diga sul Volturno a valle del Molino Battiloro, derivatore fino al ciglio dell'altipiano, seconda condottura forzata, seconda officina idroelettrica, compreso le turbine e regolatori . . . . . L. 7,500,000

2° Macchinario e materiale elettrico per l'officina sul versante dell'Omero 1,000,000

3° Macchinario e materiale elettrico, e officina sul Volturno 1,100,000

4° Doppia linea ad alta tensione con doppia palificazione, dalla centrale del Volturno a Napoli, compresa la stazione secondaria e trasformazione nei pressi di Napoli 3,900,000

Totale . . . L. 13,500,000

La potenza utilizzabile ai secondari dei trasformatori, alle porte di Napoli, essendo rappresentata da 23 mila HP elettrici, il costo d'impianto dell'HP sarebbe di:

$$\frac{14,000,000}{23,000} = 585 \text{ lire}.$$

Con la percentuale del 12 per cento per ammortamento, interessi, esercizio e rinnovazione, il costo dell'HP, alle porte di Napoli, oscillerà intorno alle 70 lire annue.

Digitized by Google

Questa la cifra di conclusione; ma sono convinto che con gli studi particolareggiati del progetto non si sorpasserà il costo di L. 500 per HP elettrico, ossia le L. 50 per cavallo annuo.

Data ora una potenza di 16,000 e più kw. disponibile, il carbone nero sarebbe abbattuto, nel senso cioè che fornendosi 10-15 mila HP alle attuali Società, l'economia che queste otterrebbero, utilizzando le forze del Sangro e Volturno, dovrebbe andare a benefizio: 1° dell'utente; 2° delle singole Società e Municipio. Le attuali stazioni termo-elettriche resterebbero di riserva.

L'Amministrazione comunale poi, per conto suo, dovrebbe fornire la forza ai grossi utenti, a base di canone annuo per cavallo, lasciando i piccoli e medi motori, che sono sparsi in tutta la città, alle attuali Società; le quali hanno reti di distribuzioni estese dappertutto, ed industrie impiantate con grande sapienza fattiva ed avviatissime.

Il Municipio potrebbe anche invertire la spesa destinata alla condottura interna in una stazione secondaria, all'Arenaccia ad esempio, con rete propria per somministrazione di forza alle grandi officine presenti e future. Se poi della derivazione del Sangro si dovesse fare un opera a sè, l'ammontare delle opere sarebbe:

Opere di derivazione tutte fino e compreso le due officine idrauliche . . . . L.	5,600,000
Macchinario elettrico per le due centrali .	2,000,000
Doppia linea con doppia palificazione fino a Napoli (1)	2,000,000
Totale . . . L.	9,600,000

Avendosi 19 mila cavalli sulle turbine, ai morsetti secondari alle porte di Napoli si avrebbero non meno di 15,200 HP elettrici, e quindi il costo d'impianto del cavallo elettrico sarebbe di L. 630, ed il suo prezzo annuo, alle porte di Napoli, di L. 94, calcolato al 15 per cento del costo d'impianto. Le possibili economie a studiarsi

---

(1) Trovo la cifra di 2 milioni nel seguente modo:

Acquisto di terreni, laterali alle strade rotabili per una zona di chilometri 100, larghezza metri 15 . . . . . L.	800,000
Palificazione doppia di 100 chilometri in legno	700,000
Conduttori di rame, 12 fili	1.000,000
Totale . . .	2,000,000

Digitized by Google

col progetto di esecuzione ridurranno questa cifra certamente a L. 80-85, sempre rimanendo la *doppia linea ad alta tensione.*

Signori, le conclusioni cui arrivo e che vi sottometto sono le seguenti:

1° Il trasporto di forza del Volturno è poca cosa per Napoli che ha già 10 mila cavalli elettrici in esercizio, e bisogna pensare a maggiore energia;

2° È possibile derivare dalla parte più alta del Sangro e riversare nel bacino del Volturno, in condizioni tecniche eccezionalmente favorevoli, un volume d'acqua non inferiore di mc. 4, realizzando una nuova quantità di energia superiore a quella che s'intende derivare dal Volturno, e tale che con la prima basterà a coprire per molto tempo tutte le richieste industriali;

3° In qualsiasi caso, a contenere tra limiti convenientemente ristretti la spesa dell'opera, converrebbe ritornare alle conclusioni cui era giunto, all'epoca dello studio pel risorgimento di Napoli, la Sottocommissione nominata in seno alla Commissione reale per lo studio della forza motrice, proponendo di limitare la fornitura diretta dell'energia da parte del Municipio alle grandi e medie industrie stabilite alla periferia, e di risparmiare la spesa della canalizzazione interna alla città.

Sopra un argomento d'importanza così vitale come quello delle nuove industrie elettriche di Napoli, la nostra Associazione non s'è ancora pronunziata, ed al riguardo essa è in dovere di formulare ormai un giudizio preciso, perchè nessun'altra Associazione cittadina ha in materia eguale competenza, ed a nessuna l'Associazione Elettrotecnica vuol essere seconda nell'interesse per ogni progresso tecnico ed industriale.

Se la grossa linea del progetto sul Sangro, sottomesso al vostro esame, fornirà propizia occasione alla nostra Associazione di pronunziarsi al riguardo delle forze a trasportarsi in città, ne sarò lieto per questa Napoli cui nulla manca per divenire la prima città d'Italia, dal sorriso del cielo alla bontà dei suoi figli.

Digitized by Google

N. 22.

L'ARCO VOLTAICO COME FENOMENO ELETTRONICO

COMUNICAZIONE

fatta dal **Dott. ATTILIO FILIPPINI** *alla Sezione di Genova nella Seduta del 5 giugno 1905.*

SOMMARIO: 1. Introduzione. — 2. L'arco come conduttore della prima classe. — 3. L'arco come conduttore della seconda classe. — 4. L'arco come fenomeno elettronico. — 5. Alcuni progressi nella tecnica dell'arco.

1. — Le belle esperienze — colle quali in questi ultimi anni venne isolato il curioso agente che si chiama elettrone o corpuscolo negativo e ne fu determinata la massa ed il segno della carica — ebbero per conseguenza di rinnovare tutti gli studi riguardanti la scarica elettrica nei gas. È già nata una nuova scienza che tratta con vero successo la tecnica dei tubi a bassa pressione; e si comincia ora a tentare la spiegazione degli ardui fenomeni dell'arco voltaico. Questi fenomeni furono dapprima trattati secondo due diversi punti di vista che nell'ipotesi elettronica sono interamente abbandonati; all'esame dei quali occorre però ritornare, per dare facile rilievo alle ragioni che fanno preferire l'ultima interpretazione.

Secondo l'un punto di vista veniva considerato l'arco come una semplice resistenza ohmica, ossia come un ponte metallico completamente identico nel comportamento ad un conduttore solido. Secondo l'altro punto di vista veniva considerato come un conduttore della seconda classe un elettrolita.

2. — Il primo concetto si può svolgere, riprendendo una spiegazione del Wüllner, nella seguente maniera. Se un filo metallico ha i suoi punti estremi mantenuti ad una certa differenza di potenziale; e se viene assottigliata la sua sezione in un certo punto, gradatamente, finchè, per l'effetto Joule, diventi incandescente e poi fonda, si sarà messo in chiaro il processo dell'arco. La circostanza che per accendere un arco si devono dapprima portare a contatto i due elettrodi, indica solamente che occorre provocare con l'effetto Joule quello sviluppo di calore che è sufficiente per far evaporare un poco della materia conduttrice e stabilire una buona riunione metallica

Digitized by Google

dei due elettrodi. La luce emessa dall'arco è dovuta puramente alla incandescenza della materia che fonde ed evapora.

Si può obbiettare allora se l'effetto Joule fa prevedere nell'arco una temperatura di 3500° come realmente si ha; e se basti avere del vapore metallico, sia pure ad alta temperatura, fra i due elettrodi perchè una corrente elettrica possa iniziarsi ed attraversarlo a causa di una forza elettromotrice di un centinaio di volts. La lampada Hewitt a vapore di mercurio potrebbe servire a risolvere la questione. Io ho fatto in proposito le due esperienze seguenti: 1° ho posto due elettrodi di carbone a 110 volts alla distanza di 0.1 mm. e mentre erano scaldati al calor bianco ho fatto arrivare nel loro piccolo intervallo sia del vapore di mercurio, sia dei prodotti di combustione, che sono già discretamente conduttori: queste operazioni non bastarono per provocare l'accensione dell'arco; 2° gli stessi due elettrodi, nelle condizioni ambienti di temperatura e distanti 1.5 mm. furono posti fra le due sfere di uno spinterometro. Bastava che una scintilla attraversasse l'intervallo dei due carboni perchè l'arco si accendesse immediatamente, non ostante che all'atto dell'accensione le basi elettrodiche fossero alla temperatura dell'ambiente. Queste due esperienze fanno subito pensare che sia la scintilla di rottura del circuito il fenomeno essenziale, indipendentemente dal calore svolto dall'effetto Joule, per l'accensione dell'arco. In effetto anche nella lampada Hewitt, che è un tubo a bassa pressione pieno di vapore di mercurio e con catodo pure di mercurio, occorre, per ottenere l'arco, iniziare il fenomeno della scarica con una scintilla sussidiaria provocata da un'alta differenza di potenziale; ed è solamente dopo questa scintilla che può accendersi e funzionare permanentemente quella lampada. Sarebbe arduo trarre una conclusione da questi che non sono prove decisive, ma fatti che appena indiziano un processo ancora imprecisato. Tuttavia varrà ad impostare meglio la questione l'osservare ancora che, quando si producono delle scintille elettriche oscillatorie, le prime scariche passano sempre attraverso l'aria eccitando esclusivamente la luminosità del gas; e solo le successive possono avere come veicolo il vapore emesso dagli elettrodi. Seguendo dunque il primo punto di vista si dovrebbe trascurare un fatto di capitale importanza, e cioè che il vapore costituente l'arco — sia nella lampada Hewitt che nelle lampade ordinarie — è vapore metallico che ha certamente subìto una modificazione interna causata dal passaggio di una o più scintille preparatorie del fenomeno dell'arco propriamente detto. Seguendo invece i suggerimenti che ci vengono dai

Digitized by Google

fenomeni elettronici siamo indotti a considerare il vapore situato fra i due elettrodi come tutto seminato di elettroni nel suo interno, portativi o causativi dalle scintille iniziali. E l'accensione dell'arco dobbiamo considerarla un fenomeno di ionizzazione del vapore dovuto a causa che può essere, ed è in generale, estranea all'arco stesso.

3. — Il secondo punto di vista ammette che il processo fondamentale dell'arco sia quello di trasportare materia dall'anodo al catodo, secondo leggi analoghe a quelle date da Faraday per gli elettroliti. Le esperienze tentate per conseguire dei dati numerici circa tale processo (ultime quelle di W. Weldon) non diedero risultati significativi; tranne in alcune speciali condizioni in cui il risultato fu contradittorio all'ipotesi. È ben vero che nello spettro dell'arco si osserva che le linee dei metalli più elettropositivi, come K, N_α, L_i, B_α, S_r, C_α, sono sempre più intense al catodo; e quelle dei metalli meno elettropositivi lo sono di più all'anodo. Ma, come osserva il Kayser, perchè si possa considerare questo fenomeno come elettrolitico, occorre dimostrare l'esistenza di una corrente di polarizzazione, ossia di una controforza elettromotrice.

Orbene, le esperienze che fece il Blondel su tale argomento permettono di affermare che la forza elettromotrice minima necessaria per l'esistenza dell'arco è incomparabilmente superiore ad ogni presumibile controforza elettromotrice; ed è quindi da escludere l'ammissibilità del fenomeno elettrolitico. Io pure ho avuto modo di rilevare un fatto che conferma l'inammissibilità del fenomeno elettrolitico. Ho formato l'arco dentro l'acqua fra due fili di rame, ed ho riconosciuto che, per avere un arco stabile, occorre che l'acqua non sia sensibilmente conduttrice. Vale a dire, quando l'acqua è poco e nulla conduttrice si ottiene sempre un bel fenomeno luminoso; quando invece l'acqua è resa conduttrice per aggiunta di qualche goccia d'acido o di sale, non è più possibile neanche ottenere una scintilla di rottura sensibilmente lucente. Per contro, rendendo gradualmente conduttrice l'acqua che non era tale, si trova che viene man mano accentuandosi fra i due elettrodi uno spiccato fenomeno elettrolitico, con deposito di rame compatto e lucente al catodo. Quando dunque si favorisce il fenomeno etettrolitico si fa scomparire il carattere principale dell'arco, la luminosità.

Un altro fatto che poteva indicare l'esistenza del processo elettrolitico nell'arco è la differenza fra la caduta anodica e la caduta catodica di potenziale. Si è cercato di chiarire se fosse attribuibile ad una diversa velocità specifica degli ioni positivi e degli ioni nega-

Digitized by Google

tivi. Ma non si ricavano da questa ipotesi risultati concordi. Ed infatti secondo le esperienze della signora Ayrton (che ha misurato la caduta di potenziale nei vari punti dell'arco mediante l'interposizione di un elettrodo supplementare) la caduta al negativo non varia, nè variando la lunghezza dell'arco, nè variando la corrente; mentre la caduta al cratere positivo, dove va impiegata la parte principale della forza elettromotrice, aumenta colla lunghezza dell'arco e diminuisce al crescere della corrente. Non è dunque possibile conciliare questi risultati con la supposizione di una velocità specifica da attribuirsi a degli ioni positivi e negativi nel senso elettrolitico. Più agevole invece è l'intelligenza di questi fatti coll'ipotesi dell'intervento dei corpuscoli negativi. Occorre soltanto ammettere che anche dalle basi elettrodiche dell'arco avvenga quell'emissione di elettroni che è stata osservata, a basse pressioni, sui metalli incandescenti e, in maniera ancora più notevole, su parecchi ossidi metallici alcalino-terrosi e magnesici. Un catodo di platino deve essere portato alla temperatura di circa 1600°, perchè si osservi quella forte diminuzione della caduta di potenziale che accusa il fenomeno; per quegli ossidi basta solamente la temperatura, assai bassa, di 800°. Si concepisce facilmente che, se la stessa emissione avviene nell'arco, essa si produrrà al catodo nel senso opportuno per trasportare una corrente nella direzione medesima della forza elettromotrice applicata agli elettrodi; all'anodo invece nella direzione contraria. Duddell ha calcolato che per questo fenomeno si creerebbe al catodo, di un arco fra carboni, una forza elettromotrice interna di circa 6 volts; all'anodo una forza elettromotrice interna di circa 17 volts. Se non è lecito pensare che la differenza di queste due forze elettromotrici rappresenti la minima tensione necessaria per la stabilità dell'arco (la quale è di circa 20 a 30 volts), è però ragionevole pensare che a quelle due forze elettromotrici interne sia da attribuire la diversità di comportamento fra anodo e catodo.

Da qualche scrittore si è ritenuto che col raffreddamento della base di un elettrodo si possa sopprimere l'una di quelle forze elettromotrici. E che se quella soppressa è l'anodica, il funzionamento dell'arco resti indisturbato; se la catodica, il funzionamento dell'arco diventi impossibile. Non vi sono per ora esperienze atte a decidere sopra questi concetti. Nelle mie osservazioni sull'arco nell'acqua ho fatto delle misure per riconoscere se ancora si manteneva spiccata la differenza di comportamento fra anodo e catodo in condizioni nelle quali ogni visibile incandescenza dei due elettrodi è scomparsa, ed

Digitized by Google

in cui non vi è più un cratere all'anodo, nè un'usura degli elettrodi dovuta all'investimento di grandi quantità d'ossigeno provenienti dall'esterno; ma dove invece la detta usura è tutta ascrivibile alle cause elettriche. Ho trovato che il rapporto di consumo fra anodo e catodo è per il rame 4, pel cadmio 5.8. Ciò che prova che anche nell'arco a elettrodi energicamente raffreddati non scompare la differenza fra anodo e catodo; ossia che non scompare nè la presenza di quelle due forze elettromotrici, nè il loro valore relativo, quantunque sia lecito presumere che il loro valore assoluto risulti alquanto diminuito.

4. — Dal punto di vista elettronico nel quale oramai ci poniamo, dovremo adunque in primo luogo concepire l'arco come un fenomeno che si inizia per una ionizzazione dovuta a causa che, per l'arco ordinario a bassa tensione, si potrebbe ritenere come accidentale. In secondo luogo come un fenomeno che prosegue pel movimento sia degli elettroni introdotti dalla detta causa accidentale e sia di quelli emessi permanentemente dalle basi elettrodiche. Gli elettroni causano colle loro collisioni contro le particelle di vapore metallico che incontrano nel cammino l'emissione luminosa del vapore medesimo e probabilmente anche l'alta temperatura di esso, ionizzandolo.

Un analogo movimento di elettroni si produce in un tubo di Geissler. Ma fra questo genere di scarica in gas rarefatto e l'arco vi sono delle differenze caratteristiche che bisogna rilevare. In un tubo di Geissler lo spazio fra i due elettrodi è occupato da un gas a bassa temperatura per spezzare la particella del quale gli elettroni richiedono una forza elettromotrice assai più notevole di quella richiesta nell'arco. Lo spettro dell'emissione luminosa del tubo di Geissler è lo spettro del gas e solo per eccezione conterrà lo spettro degli elettrodi, perchè per eccezione e come fenomeno secondario avviene che gli elettrodi (il catodo specialmente) liberino e proiettino particelle di sè medesimi od evaporino come quando essi sono di mercurio. Nell'arco invece la vaporizzazione degli elettrodi è caratteristica. Il vapore degli elettrodi deve riempire tutto lo spazio compreso fra di essi. La forza elettromotrice dell'arco non è ordinariamente quella che sarebbe necessaria per mantenere l'azione degli elettroni anche nel gas ambiente; essa è appena quella sufficiente per mantenerne l'azione entro vapori metallici aventi almeno la temperatura fornita dall'effetto Joule. Anche qui l'emissione di luce è dovuta alle collisioni degli elettroni, ma lo spettro di questa emissione è lo spettro della materia costituente gli elettrodi e solo in via accidentale e

Digitized by Google

secondaria può ad esso aggiungersi lo spettro del gas ambiente. Quest'ultima circostanza si osserva nello spettro dell'arco nell'acqua; spiccano in esso con brillante intensità due linee dell'idrogeno ($\lambda = 6.48$ e $\lambda = 4.35$) ed una linea dell'ossigeno ($\lambda = 4.82$). È stata definita dallo Stark essere la scintilla un arco di corta durata. Questa definizione non lascia trasparire il vero. La scintilla e l'arco sono due aspetti estremi di una serie; si passa dalla scintilla all'arco accentuando nella prima i fenomeni che vi sono latenti, e rendendo latenti quei fenomeni che vi sono accentuati.

5. — L'interpretazione elettronica si presta a fornire utili suggerimenti pel progresso della tecnica dell'illuminazione elettrica. La lampada Hewitt, per esempio, fa una vera applicazione della prima parte di quella concezione. Nella lampada Hewitt si è predisposto del vapore metallico fra i due elettrodi, e si accende l'arco mediante uno scintilla di rottura. Si potrebbe — proseguendo nell'applicazione dell'ipotesi — tentare il miglioramento della luce emessa da quella lampada tentando di mescolare ai vapori di mercurio, vapori d'altri metalli od altro gas; procurando cioè che lo spettro emesso per le collisioni degli elettroni contro i vapori metallici sia arricchito di luce meno rinfrangibile.

Anche l'arco studiato da Rash, nel quale s'impiegano, per elettrodi, ossidi come magnesia e calce e di zirconio, è un progresso che le idee elettroniche suggeriscono. Basandoci, infatti, sui concetti esposti, si dovrebbe procurare che le basi degli elettrodi di un arco sieno formate di quei tali materiali e sieno mantenute a quella tale temperatura a cui l'emissione di elettroni ha la massima efficacia.

Spingendo più oltre la previsione si potrebbe ancora pensare che la sola emissione di elettroni utile in un arco sia quella dovuta al catodo, poichè essa sola avviene nel senso stesso della forza elettromotrice agente agli elettrodi; e cercare di conseguenza l'arco più perfezionato come un arco « enotermico » (a catodo caldo ed anodo freddo). Ma poichè ora le conclusioni sono premature attendiamo i non tardivi responsi dell'esperienza.

Digitized by Google

N. 23.

VOLTMETRO ELETTROSTATICO PER 200,000 VOLT

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. E. JONA** *alla Sezione di Milano nella Seduta del 9 giugno 1905.*

Fin da una quindicina di anni, fa occupandomi di ricerche con tensioni molto elevate, ho dovuto persuadermi che non esistevano voltmetri comodi per la misura di dette tensioni. Un tipo abbastanza conosciuto, il voltmetro elettrostatico a bilancia del Thomson ha il difetto di essere troppo ingombrante, ed inoltre di avere un polo non isolato. Un voltmetro Thomson per soli 50,000 volt occupa una base di circa m. 0.80 in quadro ed anche più in altezza. Per 100,000 volt una base quadrupla in superficie; pur non essendo ancora oltremodo sicuro, poichè la distanza fra i piatti è piuttosto piccola, e, con correnti alternate non esattamente sinusoidali, facilmente scattano scintille che compromettono lo strumento. Già allora ho dovuto studiare un apparecchio più comodo; ed uno ne ho descritto nel n. 8 dell'*Elettricista* del 1896. Era allora uno strumento per tensioni che ora si chiamerebbero basse, in quest'ordine di idee, 25 a 50,000 volt (fig. 1). Su questo tipo successivamente ne ho costrutto altri, e qui ne presento, insieme con altri minori, due tipi, uno per 130,000 e uno per 200,000 volt.

Il principio di questo strumento (fig. 2 *a*) è di misurare l'attrazione esercitata su un piatto mobile *P* da un piatto fisso *Q* congiunti rispettivamente ai poli dell'apparato di cui si vuole misurare la tensione. Un alberello orizzontale di acciaio, girante entro punte di agata, è infilato in una croce che, ad un estremo del ramo orizzontale, porta appeso con un lungo filo sottile il piattello mobile *P;* l'altro estremo orizzontale ha un contrappeso a vite. Il braccio verticale in alto porta pure un contrappeso a vite, per equilibrare il tutto in modo che la sospensione sia folle. Il braccio verticale in basso porta un peso cambiabile *p* (fig. 2 *b*) che dà la forza antagonista. Tutto questo sistema è fissato in alto su colonnine *G* di metallo (fig. 2) o di ebanite (fig. 3).

Nel voltmetro per 100,000 volt, il piatto fisso è portato da una colonnina di ebanite che attraversa il fondo di un vaso di vetro *V*, riempito di olio di paraffina (fig. 2). Concentrico al vaso di vetro ed elettricamente unito al piatto mobile, è un cilindro metallico *C* che stabilizza il potenziale nell'interno dello strumento. Un indice

Digitized by Google

montato sull'alberello orizzontale indica la tensione su una scala. Quando lo strumento è bene equilibrato, in equilibrio indifferente intorno all'asse di sospensione, il valore delle divisioni della scala dipende solo dal peso cambiabile p; e si hanno ordinariamente tre pesi corrispondenti ai valori: 500, 750, 1000 volt per ogni divisione della scala.

Per esempio, se con un peso di 1 gr. una divisione della scala corrisponde a 500 volt, con un peso di 4 gr. una divisione corrisponderà a 1000 volt. È così facile variare, entro certi limiti, la sensibilità della scala a seconda del bisogno.

I pregi di questo tipo di strumento sono: la compattezza, le grandi forze attrattive in giuoco e l'aperiodicità; essi derivano dall'uso dell'olio. Inoltre, pel suo disegno, i poli opposti restano molto lontani uno dall'altro; epperciò è molto minore il pericolo di scariche ed anche gli effluvi sono molto meno pronunciati. Questi pregi appaiono molto evidenti confrontando per esempio detto strumento con uno del Thomson ad aria; ma bisogna d'altra parte osservare che l'aria ha una costante dielettrica eguale dappertutto, ed indipendente dalla frequenza nei limiti da considerarsi qui; epperciò in un Thomson il valore di una divisione della scala di-

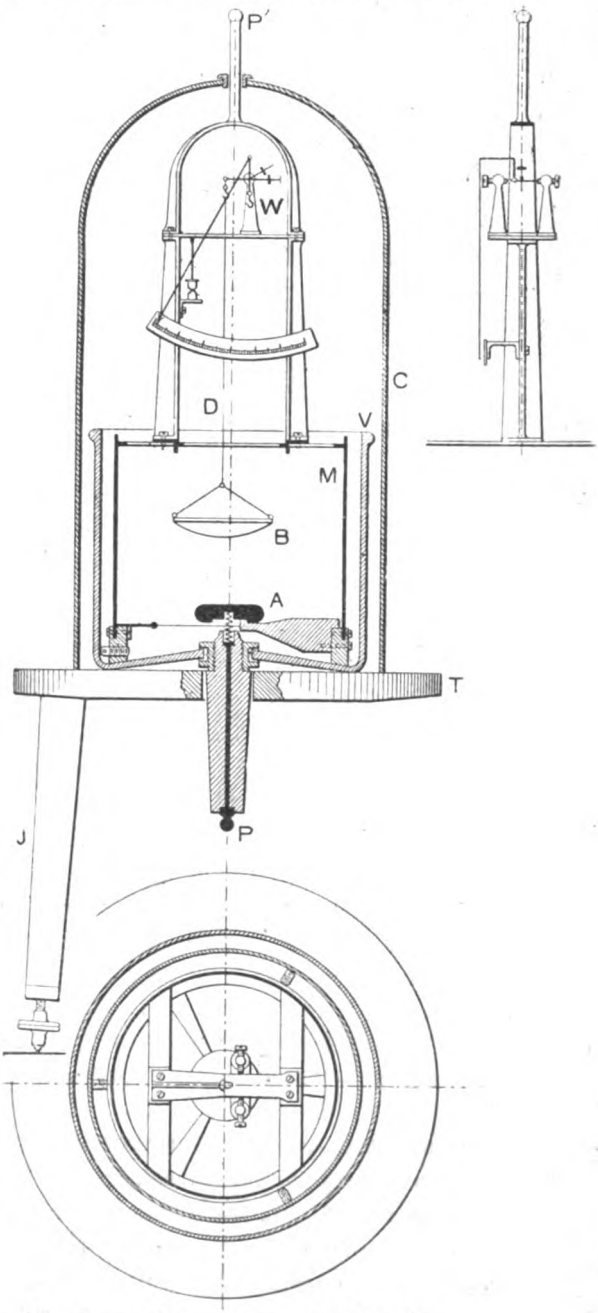


Fig. 1. — Voltmetro per 50,000 volt.

Digitized by Google

pende solo dalle dimensioni e pesi dello strumento: mentre in questi ad olio esso dipende molto anche dall'olio. Cambiando l'olio con un altro avente una costante dielettrica diversa, cambia necessariamente la scala, perchè l'attrazione fra i piatti è proporzionale alle cariche, le quali, a parità di tensione, sono proporzionali alla capacità, ossia alla costante dielettrica.

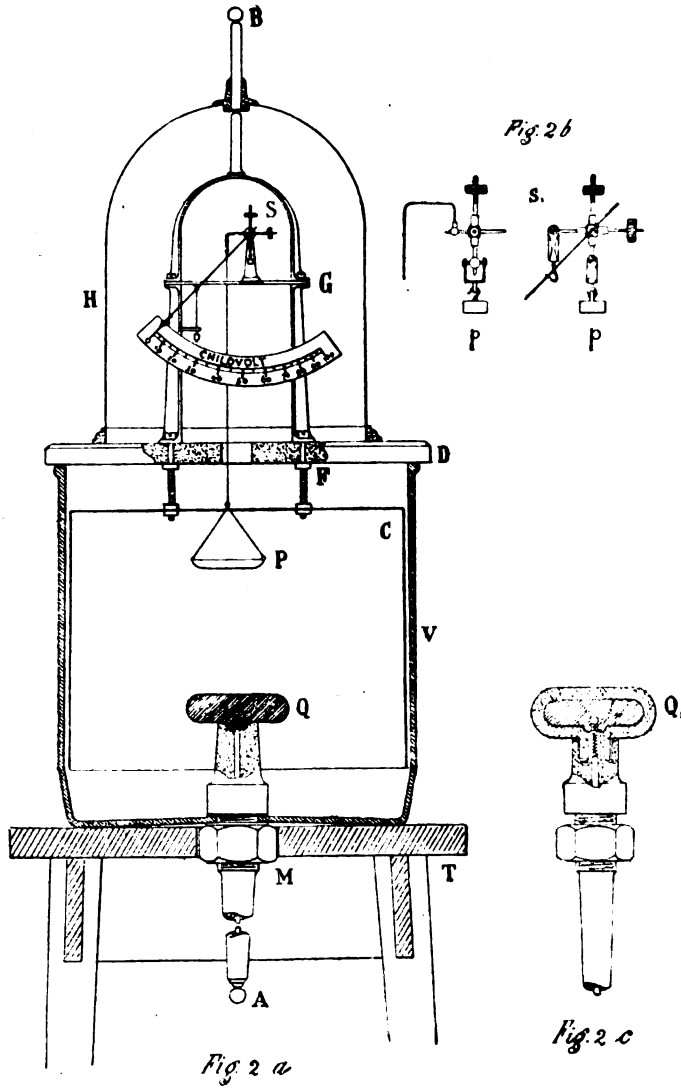


Fig. 2. — Voltmetro per 100,000 volt.

Uno strumento simile deve perciò sempre conservare l'olio con cui venne tarato. Potrebbe nascere il dubbio che la costante dielettrica dell'olio venga a variare col tempo, sia spontaneamente, sia perchè soggetta a queste alte tensioni; ma un fenomeno simile finora non venne osservato.

In quel mio articolo del 1896 sul giornale l'*Elettricista* accennavo ad alcuni artifici coi quali si può misurare una tensione molto elevata, con un voltmetro elettrostatico di minore portata, usando dei condensatori. Se un sistema di condensatori in serie è riunito ai due poli di un trasformatore, la tensione si divide fra i condensatori in ragione inversa delle rispettive capacità; si potrà quindi mettere in parallelo sopra uno solo di essi il voltmetro elettrostatico, misurare la tensione agli estremi di tale condensatore e, conoscendo

Digitized by Google

la capacità dei singoli condensatori, dedurre la tensione totale. Occorre solo che la capacità del voltmetro sia trascurabile rispetto a quella del condensatore sul quale è inserito. Il voltmetro è esso stesso un condensatore e perciò può essere riunito anche in serie cogli altri condensatori ed assorbire così solo una frazione nota della tensione; oppure vari voltmetri elettrostatici di costruzione appropriata possono essere riuniti in serie; e si sommeranno le tensioni misurate ai singoli strumenti. Io ho allora accennato a tali artifici, senza credere tuttavia che fossero una mia scoperta: suppongo che tutti quelli i quali si saranno trovati nel caso di misurare tensioni alte con un voltmetro elettrostatico di minore portata, avranno facilmente immaginato tali dispositivi. Tuttavia essi furono in seguito dati come invenzioni nuove da vari esperimentatori, per esempio dal prof. Peukert (*E. T. Z.* del 1898) e più

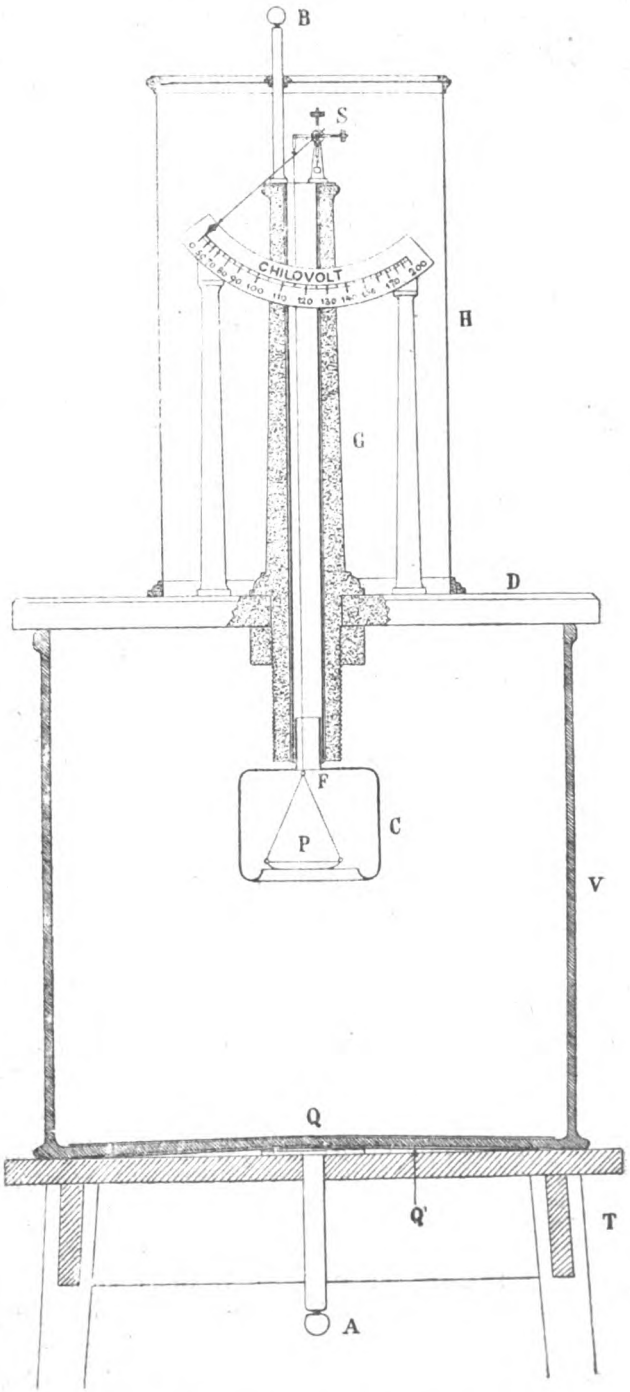


Fig. 3. — Voltmetro per 200,000 volt.

Digitized by Google

recentemente dal professore Marchant e da W. Worrall (*Electrical Review,* 13 novembre 1903).

Ho qui ricordato tali dispositivi per mostrare poi la differenza fra il voltmetro a 200,000 volt e gli altri qui esposti (1). In questi ultimi (fig. 2) il piatto fisso Q in comunicazione con un polo del trasformatore è all'interno del vaso di vetro; i due piatti P e Q, uniti ai due poli, sono immersi entrambi in un solo dielettrico liquido, che è olio di paraffina. Invece nel voltmetro per 200,000 volt (fig. 3) allo scopo di evitare di forare il fondo del vaso di vetro e il facile stillicidio di olio da questo foro, nonostante le guarnizioni di cui è munita la colonnina di ebanite, il vaso non è forato; ma il fondo di esso è esternamente ed internamente rivestito da una foglia di stagnola. La foglia esterna Q' comunica mediante il morsetto A con uno dei poli del trasformatore e la foglia interna Q si carica per induzione ed attrae poi il piatto mobile P metallicamente congiunto al morsetto B. Questa foglia interna non è neanche totalmente necessaria; l'attrazione avverrebbe egualmente anche sopprimendola; ma essa serve a dare all'interno, in faccia al piatto mobile, una superficie equipotenziale ben definita.

In questo tipo di voltmetro avente il fondo foderato esternamente ed internamente di stagnola si è variato alquanto la costruzione per evitare la formazione di scintille esterne.

Nel tipo della fig. 2 un polo A è all'estremo di una lunga colonna AM di ebanite; e la distanza esplosiva esterna è data dalla lunghezza della colonna stessa più l'altezza del vaso di vetro V sino a raggiungere la base F della colonna G metallica in comunicazione col morsetto B. Nel tipo della fig. 3 il polo A è in contatto metallico colla stagnola esterna del fondo del vaso V; per cui si perderebbe la distanza esplosiva rappresentata dalla lunghezza della colonna AM. In compenso la colonna G nel tipo della fig. 3 è fatta in ebanite ed ha nell'asse un tubo metallico il quale porta superiormente la sospensione S ed inferiormente il cilindro metallico C. Questo cilindro è qui fatto di piccolo diametro per evitare una scintilla laterale attraverso la parete cilindrica del vaso V. Nell'asse del tubo passa il filo metallico che sospende il piattello P alla sospensione S.

(1) Erano esposti i seguenti strumenti:

Voltmetro	per	200,000 volt
„	„	130,000 „
„	„	55,000 „
„	„	25,000 „
„	„	12,000 „

Digitized by Google

Per dare un'idea delle forze che sono in giuoco in questo strumento per 200,000 volt, dirò che il piatto mobile ha un diametro di 80 mm. e si trova alla distanza di 250 mm. dal piatto fisso. Il piatto mobile è sospeso ad un braccio che è orizzontale quando lo strumento è a zero, e dista 20 mm. dall'asse di rotazione; il peso che dà la forza antagonista è sospeso ad un braccio che è verticale quando lo strumento è a zero, il quale braccio dista 17 mm. dall'asse di rotazione. Questo peso è di gr. 12. Come si vede deve controbilanciare una forza attrattiva molto grande.

L'asse di rotazione in acciaio gira entro perni di agata; per portare la tensione a quest'asse (e di lì al piatto mobile) una molla leggerissima di bronzo dorato è fissato a quest'asse ed ha un punto fisso sul supporto dell'asse stesso. Il momento di torsione di tale molla è affatto trascurabile.

Giova avvertire che l'ozono che si svolge sotto queste alte tensioni ossida rapidamente i metalli coi quali viene in contatto i quali perciò sono fortemente verniciati e i pesi sono anzi dorati.

Il vaso di vetro *V* poggia sopra uno sgabello *T* di legno essiccato ed impregnato di paraffina nel vuoto per renderlo perfettamente isolante; cosicchè i due poli restano entrambi perfettamente isolati. L'altezza dello sgabello è tale che, poggiando sul pavimento, la scala resta all'altezza dell'occhio.

Nella fig. 4 si ha una veduta d'insieme del voltmetro per 200,000 volt.

Negli strumenti per tensioni minori (12 a 50,000 volt) il vaso di vetro poggia invece su un piccolo trepiedi di ebanite *J*, il quale poi si mette sopra un tavolino qualsiasi (fig. 1)

Fig. 4. — Veduta prospettica del voltmetro per 200,000 volt.

Come si fa la taratura di questi strumenti? Supponiamo di avere a nostra disposizione una sorgente di f. e. m. sufficiente, ma non un voltmetro campione della stessa portata. Si potrà ricorrere agli artifici cui ho accennato più sopra, per esempio, di vari condensatori messi in serie; su uno dei quali si monterà in parallelo il voltmetro elettrostatico. Bisognerà misurare la capacità dei singoli

Digitized by Google

condensatori e quella del voltmetro elettrostatico. Quest'ultima varia a seconda della posizione del piatto (od ago) mobile, ossia della f. e. m. che vi è applicata. Basterà in generale accertare che essa è trascurabile rispetto a quella del condensatore sul quale è in derivazione; ma si può anche misurarla in diversi punti della scala.

Supponiamo, ad esempio, un multicellulare Thomson per 200 volt, mettiamolo in circuito con una f. e. m. alternata ed un sensibile elettrodinamometro; sia c_1 la capacità dello strumento quando esso segna una tensione v_1; i_1 l'intensità della corrente di carica che lo attraversa; n il numero delle alternazioni

$$i_1 = 2\pi n c_1 v_1$$

Si può misurare direttamente i_1 con un elettrodinamometro a riflessione, e dedurre quindi c_1 corrispondente alla tensione v_1 segnata dallo stesso voltmetro elettrostatico. Si può anche procedere così: mettiamo in circuito colla sorgente di f. e. m. un'alta resistenza non induttiva di valore noto R (resistenza in traccia di grafite) e il voltmetro (fig. 5). La tensione totale v della sorgente si divide in v_1 agli estremi di R e v_2 nel voltmetro. Agli estremi della resistenza R si avrà una tensione $v_1 = i R$ ove i è la corrente che circola nel circuito; similmente si avrà una tensione $v_2 = \frac{i}{2\pi n c_2}$ agli estremi del condensatore di capacità attuale c_2; ma v_1 e v_2 sono in quadratura; per cui $V^2 = v_1^2 + v^2_2$.

Da queste equazioni eliminando v_1 e i deducesi il valore di C_2 quando il voltmetro marca v_2. (Vedi: W. Peukert, *E. T. Z.*, 1904, pag. 231; J. Sahulka, *Zeit. f. Elek.*, 1894, pag. 444).

Ad esempio ho misurato il multicellulare Thomson n. 2069 per 250 volt; esso ha una capacità di circa 90 milionesimi di microfard quando marca 120 volt e 170 milionesimi quando marca 240 volt.

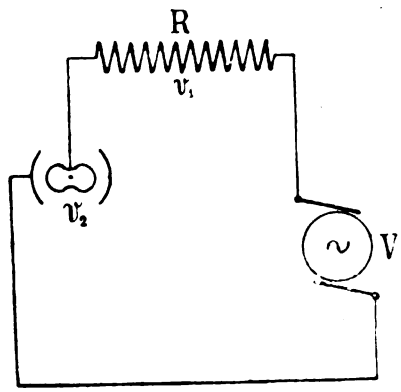


Fig. 5.

Si può anche unire in serie lo strumento ad un piccolo condensatore di nota capacità, caricando il tutto ad una tensione nota; e vedere quale tensione viene poi segnata dal voltmetro. Questi metodi però sono un po' delicati. Quando si abbia un buon trasformatore, di notevole potenza, in modo che i fenomeni secondari dovuti agli effluvi e alle capacità proprie ed esterne siano trascurabili,

Digitized by Google

è giusto ritenere che la f. e. m. secondaria a circuito aperto del trasformatore è eguale alla primaria moltiplicata pel rapporto di trasformazione. Equilibrato bene lo strumento si metterà un peso p e si farà una serie di misure notando le deviazioni $\delta_1\ \delta_2 \ldots$ alle tensioni $v_1\ v_2 \ldots$; si porteranno poi su una curva come ascisse le δ e ordinate le v; quindi messo un altro peso P si trovano le deviazioni $\Delta_1\ \Delta_2 \ldots$ alle tensioni $V_1\ V_2 \ldots$ che si porteranno similmente sulla curva di cui sopra. Si faranno sulla curva, in diverse posizioni, i rapporti $\frac{V}{v} = K$ corrispondenti ad una stessa deviazione; questo rapporto K dev'essere una costante ed eguale alla radice del rapporto dei pesi adoperati.

$$\sqrt{\frac{P}{p}} = \frac{V}{v} = K$$

Si ha così il duplice controllo che lo strumento era ben equilibrato e che le tensioni secondarie sono veramente quali vennero calcolate in base alle primarie. Poichè, se vi sono perdite nel trasformatore, queste si manifestano specialmente alle tensioni più elevate; e la costanza di quel rapporto è un indice della inesistenza di queste perdite.

***

La fabbricazione di questi strumenti in una scala non industriale, cioè a piccolissimo numero di esemplari per ogni tipo, è un po' contrastata dalla difficoltà di procurarsi i vasi di vetro nelle dimensioni più opportune. È difficile trovare un vaso proprio delle dimensioni più convenienti: si troverà spesso un po' troppo grande o un po' troppo piccolo. Nel voltmetro per 130,000 volt che qui presento il vaso era un po' piccolo e sarebbe stata facile una scintilla interna fra il piatto fisso ed il cilindro metallico, o il piatto mobile dello strumento.

A riparo di questo inconveniente il piatto fisso è stato tutto ricoperto da ebanite (fig. 2 *c*); e l'ebanite è aggiustata sulla colonnina di supporto in modo da allungare nell'olio il percorso di una scintilla. Questo strumento funziona allora come un condensatore a due dielettrici diversi, e l'ebanite, che ha minore costante dielettrica, assorbe una parte della tensione più grande di quella che sarebbe dovuta al suo spessore. E ciò va appunto bene poichè la sua rigidità dielettrica è molto maggiore di quella dell'olio.

Digitized by Google

L'impiego simultaneo di vari dielettrici diversi od anche di un solo dielettrico che sia diverso dall'aria può dar luogo a qualche piccolo errore perchè la capacità induttiva specifica di tali dielettrici non è totalmente indipendente dalla frequenza; non si potrebbero perciò adoperare tali strumenti indifferentemente per frequenze qualsiasi, molto diverse da quelle impiegate nella taratura, come succede per quelli aventi solo l'aria per dielettrico.

***

Avrei desiderato mostrarvi questi strumenti in azione; ma essendo impossibile portare qui un grosso trasformatore per tensioni elevate, mi servirò di questo rocchetto di Rhumkorff. Questo solo per far vedere lo strumento in moto: veramente esso non misura nulla di definito sul rocchetto suddetto. La distanza esplosiva è molto più grande di quella che competerebbe alla tensione marcata dallo strumento; ciò sia per la forma della curva del potenziale in un singolo periodo del rocchetto, sia perchè la tensione del rocchetto resta spesso nulla per un tempo più o meno lungo, cosicchè lo strumento marca una tensione, diciamo così media, nella quale media entra un periodo più o meno lungo di tensione nulla.

Esperimento. — Si mostrò in azione un rocchetto di Ruhmkorff azionato a 120 volt con corrente continua e interruttore Vehnelt. Si regola dapprima il reostato del rocchetto sino ad avere una scintilla fra punta e piano di circa 45 centimetri, ciò che, con correnti alternate ordinarie, corrisponderebbe ad una tensione di circa 160,000 volt.

L'inserzione del voltmetro diminuisce un po' la lunghezza della scintilla, in causa della capacità dello strumento; ma, regolando il reostato ed il Vehnelt, si riporta la scintilla a 45 centimetri. In queste condizioni sperimentali il voltmetro segnò solo circa cinquantamila volt, vale a dire circa un terzo della tensione corrispondente a tale distanza esplosiva, nel caso di una corrente alternata ordinaria.

Digitized by Google

N. 24.

L'UFFICIO NAZIONALE DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

RELAZIONE

della Commissione nominata con voto dell'Assemblea del 23 aprile 1903 letta dal relatore ing. **MARIO CAPUCCIO** *nella Sezione di Torino il 21 giugno 1905* (1).

Nella sua assemblea del 23 aprile 1903 (2), la nostra Federazione (3) faceva voti per una riforma tendente ad affidare al Museo industriale la direzione della proprietà industriale, e deliberava la nomina della nostra Commissione coll'incarico di vigilare per l'adempimento dei voti espressi.

La Commissione credette opportuno, quale primo passo, di sottoporre il voto della Federazione alle autorità da cui dipenderebbe direttamente la sua effettuazione, essendo questo evidentemente ciò che la logica più semplice suggeriva.

Fin dalla seduta in cui la Commissione discusse questa decisione, non mancò di sollevarsi qualche dubbio circa l'accoglimento che la proposta della Federazione avrebbe potuto incontrare in un luogo dove poteva forse prevalere, *a priori*, lo spirito di conservazione dello stato attuale, per quella tendenza che sussiste in generale in tutte le organizzazioni di resistere agli sforzi provenienti dall'esterno ed aventi per mira un loro sconvolgimento, sia pure a fin di bene.

Questo timore non arrestò tuttavia la Commissione nell'attuazione del suo programma, poichè essa, a nome della Federazione, professando in buona fede la persuasione che i nostri voti non rispondono agli interessi nè di una sola classe nè di una sola città, ma bensì di tutto il paese, non doveva altro che desiderare la discussione più ampia, non importa se avversa o favorevole, pur di potere o rinfrancarsi nella sua persuasione, e allora insistere con rinnovata energia nei suoi sforzi, oppure riconoscere davanti alle altrui buone

---

(1) L'importante ed urgente questione del riordinamento dell'Ufficio della Proprietà Industriale sarà messa all'ordine del giorno della prossima Assemblea generale dell'A. E. I.

(2) *Atti dell'A. E. I.*, vol. VII, pag. 245 e pag. 60 dei verbali.

(3) *A. E. I., sezione di Torino*, Soc. degli Ing. e degli Arch., Associazione Chimica Industriale.

Digitized by Google

argomentazioni che essa, in origine, non avendo veduto tutti i lati della questione era pervenuta a conclusioni meno esatte, e correggere tali conclusioni.

E con questo programma, fatto di buona fede e di sincerità, la nostra Commissione affrontò il giudizio di Dio stendendo un suo primo memoriale in data 7 aprile 1904, facendo pervenire questo memoriale alle LL. EE. il Presidente del Consiglio, allora onorevole Giolitti, ed al Ministro d'agricoltura, industria e commercio, onor. Rava.

Contemporaneamente, la Camera di commercio di Torino, in persona del suo Presidente, on. Rossi, e la Società promotrice dell'industria nazionale, in persona del suo Presidente comm. Sacheri, con lettera d'accompagnamento, appoggiavano il nostro memoriale presso i Ministri. E approfittiamo di questa occasione per rinnovare, davanti a quest'assemblea, i ringraziamenti che già in privato la Commissione esternò a questi autorevoli enti per il valido e volonteroso concorso da essi prestato.

S. E. il Presidente del Consiglio rispose al memoriale, per l'intermezzo della Camera di commercio, nei termini seguenti:

« Ho ricevuto la sua lettera in data del 23 corrente, con cui, a nome di questa Camera di commercio, esprime il voto che sia richiamato alla dipendenza del R. Museo industriale italiano l'ufficio della proprietà industriale.

« Com'è noto, sono ora in corso gli studi per la istituzione in codesta città di un Istituto politecnico. Quando sarà istituito, si vedrà quali attribuzioni converrà dargli e sarà allora esaminata la questione sulla quale Ella ha reclamato l'attenzione del Governo ».

Questa risposta del Presidente non sembrava veramente molto persuasiva, poichè il passaggio dell'ufficio della proprietà industriale al Museo industriale si presenta precisamente come uno degli elementi che potrebbero entrare in discussione nelle trattative per la sistemazione del Museo e del Valentino, in vista della costituzione del desiderato Politecnico. E quindi il vero momento di discutere la questione sembrerebbe precisamente l'attuale, prima, cioè, che nuove decisioni in merito ai due Istituti vengano eventualmente a pregiudicare la questione stessa e forse rendere impossibile ciò che adesso, con maggior vantaggio generale, si potrebbe ottenere senza difficoltà.

Alla Commissione non parve utile replicare su questo punto al capo del Governo, ma il relatore cercò di ottenere un'udienza, appunto per esporre verbalmente le sopradette osservazioni. Però

Digitized by Google

Sua Eccellenza Giolitti non credette di accedere a questo desiderio e rispose che la questione era di competenza del Ministro d'agricoltura, industria e commercio. Anche questa motivazione non sembrava straordinariamente persuasiva, essendo notorio che del progetto relativo al Politecnico si occupava precisamente, e personalmente, l'on. Giolitti e non il Ministro d'agricoltura, industria e commercio. Mettendo però insieme le due lettere e le due motivazioni, risultava evidentissima una cosa, e cioè che il Presidente del Consiglio desiderava disinteressarsi della questione trattata dalla nostra Federazione, e alla nostra Commissione da questo lato non rimaneva più nulla da fare, almeno per allora.

Col Ministro d'agricoltura, industria e commercio, on. Rava, il nostro memoriale ebbe invece un esito diverso, dando luogo ad una risposta del Ministro in data 7 giugno 1904, a cui fece seguito un nostro secondo memoriale del 25 agosto 1904, ed un'ultima replica del Ministro in data 4 marzo corrente anno.

I due memoriali della Commissione e la prima lettera del Ministro furono stampati e sono a disposizione dei soci, quindi non è ora il caso di far altro che semplicemente riassumerli nelle parti specialmente che si rannodano all'ultima lettera del Ministro, di cui particolarmente discorreremo, come di quella che chiude la prima fase dei nostri lavori.

Il primo memoriale, dopo un rapido sguardo alla storia della proprietà industriale, alla sua ragione di essere ed al suo sviluppo in Italia ed all'estero, constata la diversità con cui questa istituzione viene oggidì trattata e compresa nel nostro paese in confronto di quanto avviene nelle nazioni più avanzate di noi, e richiama l'attenzione su di un fatto che ha dimostrato di avere una grande importanza nel progresso industriale delle altre nazioni, cioè la forma più perfezionata e più intellettuale del loro sistema di direzione ed amministrazione della proprietà industriale.

Quale esempio esplicativo, e molto persuasivo, il memoriale espone il caso della Francia che nel 1901 con una riforma che deferiva al Conservatorio d'arti e mestieri l'amministrazione della proprietà industriale, pose fine allo stato d'inferiorità in cui essa si trovava di fronte a potenti sue rivali, quali la Germania e l'Inghilterra. Inferiorità che invece sussiste ancora per l'Italia, la quale trovasi sempre nelle condizioni in cui era la Francia anteriormente al 1901, mentre facilissimo le sarebbe togliersi da esse. Infatti la nostra legislazione e la nostra giurisprudenza in materia di proprietà industriale sono, si può dire, identiche a quelle della Francia, il nostro Museo indu-

Digitized by Google

striale corrisponde molto da presso al Conservatorio d'arti e mestieri francese, cosicchè a noi non rimarrebbe che copiare quasi esattamente quanto la Francia fece nel 1901, traendo anzi profitto di quanto la pratica dei decorsi quattro anni ha insegnato, per trovarci al livello della nostra sorella latina, e sul piede di progressi che ci aprirebbero la strada, in corso di tempo, a sostenere il confronto con le nazioni più progredite in materia, l'Inghilterra, la Germania, gli Stati Uniti.

Ricordando come il Museo industriale funzionò già da ufficio della proprietà industriale fino al 1884 e che anche oggi dovrebbe essere l'archivio dei brevetti in base al r. decreto 9 settembre 1884 — decreto che, purtroppo, da oltre un ventennio, il Ministero d'agricoltura, industria e commercio viola deliberatamente — il primo memoriale della nostra Commissione esortava il Ministro a prendere occasione dagli studi allora iniziati intorno all'erezione del Politecnico torinese per esaminare pure la questione della proprietà industriale in rapporto al Museo, e preparare così l'auspicata riforma che si presenta come cosa del più grande interesse per la nazione che non tarderebbe a risentirne generali e grandi benefizi.

Il Ministro rispose a questo memoriale con la lettera del 7 giugno 1904, diretta al presidente della Camera di commercio di Torino. Il contesto e il complesso di questa breve lettera sono, come ognuno può facilmente accertarsene scorrendola rapidamente, assai poco in rapporto col contenuto del memoriale a cui essa si riferisce. Infatti, la nostra Commissione aveva fatto, della questione in esame, una questione essenzialmente di principio, fondata su considerazioni vaste e comprensive circa lo stato ed essenza della proprietà industriale e corroborata dall'esempio di quanto avviene all'estero. La risposta del Ministro è invece perfettamente muta su queste cose, ignora il recente esempio francese, trascura completamente il Museo industriale, le sue attitudini, i servizi da esso prestati prima del 1884 e il decreto tuttora vigente che la nomina, invano, archivista della proprietà industriale.

Pur ammettendo la necessità di rendere l'ufficio della proprietà industriale più rispondente ai bisogni delle industrie e degl'interessi degli inventori, il Ministro dice che si tratta solo di deficienza di fondi, e che avuti questi l'ufficio attuale andrebbe benissimo. Fatta questa affermazione, di cui non è data la minima ragione giustificativa, il Ministro aggiunge qualche parola di lode per l'ufficio attuale, vantandone alcuni lavori che, da quanto pare, gli sembrano meritevoli di molta considerazione, e finalmente spigola qua e là

Digitized by Google

nel nostro memoriale alcune critiche che per necessità di esemplificazione noi avevamo rivolto all'attuale sistema amministrativo, negandone la sussistenza e la veridicità. E viene a dire che il nostro memoriale manca di esattezza e che in esso fa difetto quel sereno spirito di obbiettività che è indispensabile nella disamina di una questione di pubblico interesse.

Non è il caso di negare che la risposta del Ministro ha destato in noi un senso di vera delusione. E veramente non è possibile constatare, senza un senso di tristezza, come di una questione di carattere nazionale da noi profondamente e sinceramente studiata, il Ministro abbia voluto deliberatamente ignorare i motivi fondamentali, che pure erano stati ampiamente esposti, per aggrapparsi con sterile spirito polemico alla confutazione di poche frasi e alla negazione di pochi fatti, figuranti con carattere puramente accessorio nel nostro memoriale.

Per quanto, dopo di ciò, la fiducia nella serenità e sincerità della discussione fosse in noi molto scossa, e dovesse prevalere il sentimento dell'inutilità di ulteriori parole, ci parve tuttavia necessario seguire il Ministro nella ingrata polemica, non potendo da parte nostra sottostare ad alcuna accusa di avere, anche menomamente, esposto fatti non veri, o travisato in qualche modo la realtà delle cose.

E così la nostra Commissione indirizzò al presidente della Camera di commercio di Torino il secondo memoriale del 25 agosto, 1904, con preghiera di comunicarlo al Ministro. Contemporaneamente essa depositava alla Segreteria della Camera di commercio una serie di documenti coi quali ci era dato di dimostrare che non una delle affermazioni contenute nel nostro primo memoriale era meno che esatta, mentre invece parecchie di quelle contenute nella lettera del Ministro peccavano, da questo lato, molto, ma molto visibilmente.

Questo secondo memoriale, oltre al dare le prove dei fatti esposti nel primo, tentava ancora una volta di ricondurre la discussione sul suo vero terreno, dimostrando che parte degli inconvenienti lamentati erano imputabili essenzialmente alla forma del nostro sistema amministrativo, più che a colpa di persone, ricordando ancora una volta la recente riforma francese, e richiamando particolarmente l'attenzione sulla « Commission technique », costituente in Francia un corpo competente che in questi ultimi anni ha reso importantissimi servizi nel campo della proprietà industriale e che dovrebbe essere pure istituito presso di noi affine di eliminare gli inconvenienti lamentati, i quali invece nello stato attuale sono destinati a ripetersi continuamente.

Digitized by Google

Questo nostro secondo memoriale diede luogo alla seconda ed ultima lettera del Ministro, datata 4 marzo 1905 e diretta essa pure alla Camera di commercio di Torino che ce ne diede comunicazione.

Il Ministro esordisce in questa seconda lettera compiacendosi che la nostra Commissione abbia riconosciuto ed ammesso che l'Amministrazione sia degna d'encomio per la buona volontà dimostrata in ogni circostanza e per la massa di lavoro che essa compie non ostante la deficienza di mezzi pecuniari e di personale. La citazione si arresta a metà del nostro periodo, che è bene ricordare interamente, il quale segue così:

« Però la nostra Commissione, pur ripudiando ogni severo apprezzamento sull'operosità dell'Amministrazione, deve insistere sul concetto ampiamente sviluppato nel suo precedente memoriale, che cioè il lavoro dell'Amministrazione stessa manca di continuità e chiarezza direttiva, essendo anche in parte applicato ad operazioni in cui, fraintendendosi lo spirito dell'istituzione, si sprecano energie senza benefizio d'alcuno ».

Durante la gita di Avigliana del Congresso internazionale della proprietà industriale del 1902, in un crocchio di colleghi, un eminente congressista francese, chiacchierando dei recenti progressi fatti nell'Amministrazione francese dei brevetti, sosteneva argutamente e briosamente che uno degli ostacoli che si oppongono talora al buon funzionamento degli uffici veramente burocratici sta in una specie di amor proprio dei loro capi, nell'ambizione che essi hanno di vedere il loro ufficio a primeggiare e aumentare d'importanza. In generale poi l'importanza degli uffici burocratici, diceva il congressista francese, non si misura dalla qualità del lavoro fatto, ma dalla quantità, cioè, in ultima analisi, dal numero di impiegati che in esso lavorano. Quindi: aumento degli impiegati. Ecco la prima e costante meta verso cui tende il capo ufficio modello. Ed in ciò ambizione e promozione, cioè spirito e materia trovano un terreno per eccellenza conciliativo.

Mentre l'egregio congressista abbozzava la figura di questo funzionario alle prese con tutti i regolamenti, le leggi, la consuetudine ed altre cose ancora, pur di aumentare di qualche foglio il registro-protocollo, che è l'indice del lavoro fatto e della scarsità degl'impiegati, si appressò al gruppo il delegato ufficiale di una nazione rappresentata al Congresso. Naturalmente la conversazione cambiò subito piega, però uno dei presenti arrischiò una domanda sull'ufficio diretto da quell'egregio funzionario e questi, senza la minima esitazione, come chi espone di getto cose lungamente meditate, stu-

Digitized by Google

diate e ripetute, iniziò una querimonia contro il suo Governo che lo lasciava senza impiegati, lamentando le molte riforme e le grandi cose che aveva in animo ed a cui non poteva dar seguito perchè il doppio del personale a sua disposizione sarebbe stato ancora impari allo scopo, e così di seguito. E le sue parole furono accolte coi più vivi segni di approvazione e di compiacimento, da parte dei presenti e specialmente, si capisce, da parte del congressista francese.

I mezzi coi quali un ufficio che compie un servizio pubblico può aumentare il proprio lavoro sono molteplici. Sarebbe possibile, per es., andare incontro alle esigenze del pubblico e del servizio, aumentare e migliorare le proprie funzioni, e cioè accrescere di numero e di qualità la massa e, per così dire, la cerchia delle operazioni utili entro le quali l'attività dell'ufficio viene svolgendosi. Ma si comprende che ciò esige, da parte dell'ufficio stesso e di chi vi è preposto, spirito di intraprendenza, visione chiara e larga delle cose, facoltà e fermezza d'iniziativa. Ora non sempre il perfetto burocratico dispone di queste cose.

Egli dispone però sempre di altri mezzi che raggiungono, dal suo punto di vista, lo stesso scopo. Complicare le cose semplici: creare e mantenere equivoci ed inesattezze nei rapporti col pubblico; moltiplicare le regolamentazioni e farle anche un tantino, quando riesce bene, contraddittorie fra di loro, e così avanti.

Si emana, per esempio, un regolamento che stabilisce, per una certa operazione, delle determinate formalità. Nell'attuazione pratica, poi, si esige, per la stessa operazione, qualche piccola formalità supplementare non contemplata nel regolamento. Così il pubblico inizia l'operazione in base al regolamento, l'ufficio la respinge, richiedendo la nuova formalità non contemplata nel regolamento stesso, ed il pubblico, o protesta, ciò che serve a differire o complicare ancora l'operazione, o si sottomette alla nuova formalità. E così l'ufficio riesce a fare due o tre operazioni dove doveva bastare una, a scrivere qualche lettera di più del necessario, e, in conclusione, a dimostrare alla fine dell'anno che il registro-protocollo ha qualche migliaio di fogli più che l'anno precedente... e che bisogna aumentare il personale.

Altro mezzo semplicissimo si è di mettere in vigore delle norme nuove o rimetterne di quelle andate in disuso, senza darne nessun avviso pubblico. Cosicchè gli interessati, che sono migliaia, vengono a conoscere queste norme uno per uno, per esperienza propria, vedendosi sospendere delle operazioni, a caso vergine, per motivi che solo

Digitized by Google

allora imparano a conoscere. E per ogni interessato che impara la norma nuova, o la vecchia rivivificata, l'ufficio scrive una lettera di più, e anche due, e il registro-protocollo cresce.

Non è nostro cómpito, stasera, il fare un trattato sui mezzi con cui il perfetto burocratico può dimostrare l'insufficienza degl'impiegati che gli sono sottoposti.

Diciamo solo, con legittimo compiacimento ed orgoglio, che in una gara internazionale la nostra Sezione III, Divisione I del Ministero d'agricoltura, industria e commercio avrebbe titoli insuperabili per il campionato.

I memoriali della nostra Commissione contengono già buona materia in argomento e ci porterebbe troppo lontano dallo scopo della presente relazione il farne qui un elenco. Speriamo e confidiamo che questo sia fatto, secondo una sua promessa, da un nostro egregio e autorevole collega il quale ha preso impegno di tappezzare una sala del prossimo Congresso internazionale di Liegi con rescritti autentici della nostra amministrazione.

Non ci sentiamo però di omettere l'esposizione di un caso di questi ultimi giorni. Un inventore francese, il quale si trovava fuori della sua patria, ebbe a domandare un brevetto italiano invocando i diritti della Convenzione internazionale in base ad un suo corrispondente brevetto francese. Siccome esiste un regolamento — quello detto del 1903 — il quale disciplina le domande fatte sotto la Convenzione, questo inventore si attenne sotto questo aspetto alle prescrizioni di questo regolamento, nessuna eccettuata, e naturalmente attendeva dopo di ciò che l'Amministrazione gli rilasciasse il brevetto. Ma si sbagliava. L'Amministrazione gli rispose che visto che egli non si trovava in Francia, poteva darsi che non fosse francese, e quindi doveva dimostrare la sua nazionalità con un documento legale. L'inventore inviò allora all'Amministrazione il seguente breve memoriale:

« Il regolamento per l'esecuzione della Convenzione in Italia non richiede la presentazione di certificato di nazionalità. Per conseguenza pare al sottoscritto che il Ministero potrebbe evitare tale richiesta che procura agli stranieri noie, disturbi e spese imprevedute. Inoltre è da notarsi che è possibile sostenere giuridicamente la tesi che l'art. 4 della Convenzione è applicabile anche a coloro che non sono sudditi di alcuno Stato della Convenzione stessa. Sembra quindi doppiamente opportuno che questo onorevole Ministero, rinunciando a fare ricerche di nazionalità che non sono richieste nè dalla legge, nè dal regolamento, lasci anche a coloro che sono estranei al-

Digitized by Google

l'Unione libero adito ai Tribunali onde beneficiare di una eventuale giurisprudenza in loro favore».

La nostra Amministrazione rispose testualmente così: «L'art. 1 del regolamento citato indica chiaramente chi può fare richiesta che nell'attestato sia fatta menzione della riserva dei diritti di priorità». Non una parola di più. Le parole: «chi può fare richiesta», sono sottolineate.

Non aggiungiamo commenti che solo guasterebbero la spartana bellezza di questo rescritto amministrativo, il quale sarà anche meglio apprezzato da coloro che hanno pratica l'art. 1 del regolamento. Abbiamo solo voluto citarlo perchè esso rivela una intellettualità troppo notevole per non meritare attenzione. E ritornando alla sostanza della nostra questione, faremo osservare come l'Amministrazione, con questa sua decisione, è venuta a creare questa nuova regola: che tutti gli stranieri che reclamano il beneficio della convenzione, mentre si trovano fuori della loro patria, devono produrre un certificato di nazionalità.

A parte ogni apprezzamento, e se ne potrebbero fare, come si è visto, molti, sulla inopportunità di tale regola, sta il fatto importante che essa non è scritta in nessun bollettino ufficiale, in nessuna circolare, in nessun luogo, infine, accessibile al pubblico. Cosicchè essa è conosciuta solo da quelli che l'hanno personalmente attraversata, e tutti gli altri non potranno fare a meno di cadervi dentro, inconsapevolmente, e così seguiteranno e si moltiplicheranno sempre quegli scambi di lettere fra Ministeri, Prefetture e inventori che sono quella manna che sappiamo per chi ha bisogno che aumentino i suoi impiegati, a spese dell'erario.

Un caso poi ancora che crediamo bene presentare stasera, perchè molto caratteristico nella sua incredibile ingenuità, è quest'altro:

Il già citato regolamento per l'esecuzione della convenzione prescrive che le domande inoltrate in base ad esso siano accompagnate da un documento ufficiale relativo al brevetto estero antecedente. Per gli Stati esteri che pubblicano a stampa i brevetti in fascicoletti separati, per esempio, Francia, Germania, Inghilterra ed altri, questo documento estero consiste nella copia stessa del brevetto, ed effettivamente l'Amministrazione nostra accetta senz'altro, non legalizzate nè autenticate, queste copie. Però essa fa un'eccezione per la Francia. I brevetti francesi per essere accettati devono portare un timbro a secco dell'ufficio nazionale francese. E questo deve essere fatto non perchè il regolamento dica così, o perchè qualche circolare ministeriale dica così, ma semplicemente perchè l'ufficio rifiuta

Digitized by Google

le copie non timbrate. E anche qui si ha il caso che i francesi che hanno da fare una domanda sotto la convenzione, e per essi i loro rappresentanti, devono imparare questa esigenza uno per uno, per comunicazione diretta del Ministero e relativo scambio di lettere con le Prefetture.

Tanto per aggiungere qualche parola in merito a questa curiosa esigenza del nostro Ministero, abbiamo portato qui tre copie di brevetti, una francese, l'altra inglese, l'altra tedesca. È facile di vedere che sono identiche, tutte hanno lo stesso carattere ufficiale, tutte portano l'intestazione rappresentante l'autorità dello Stato da cui emanano. Si rimane quindi molto perplessi a spiegare perchè il Ministero voglia sul documento francese un timbro di cui sugli altri fa a meno. Tanto più che questo timbro serve assolutamente a nulla, poichè se si ammette che una persona abbia la capacità e la volontà di falsificare tutto lo stampato, si deve pur ammettere che questa persona è suscettibile di avere anche la capacità e la volontà di falsificare il timbro.

Il motivo che guida il nostro Ministero deve quindi essere di un'indole speciale. Può darsi cioè che esso esiga questo timbro dai francesi perchè sa che l'ufficio francese cortesemente lo fa. Non lo esige dagli altri perchè gli uffici degli altri Stati forse risponderebbero male. E il Ministero, che in fondo non vuole brighe, specialmente con l'estero, fa l'esigente con l'Amministrazione francese, la quale, forse per un'antica affinità di razza è più tollerante verso questo accattonaggio burocratico della consorella latina, e lascia correre invece cogli altri Stati. E il registro-protocollo della Sezione III, Divisione I, del Ministero di agricoltura, industria e commercio, si contenta di questa piccola rendita che gli viene dalla Francia, senza cercare d'allargare il mercato.

Si vede quindi, tutto considerato, che il ministro non ha avuto tutte le ragioni a leggere, e citare, solo la prima parte del noto periodo del nostro memoriale. Leggendo anche la seconda avrebbe forse visto che fra le due correva un nesso molto intimo e molto fine, e probabilmente si sarebbe astenuto dal compiacersi così decisamente per la massa di lavoro che compie la sua Amministrazione. A meno che nell'espressione del suo compiacimento non ci sia, per caso, una punta d'ironia, quell'ironia che qualche volta c'è nelle frasi più accondiscendenti, e che raggiunge precisamente lo scopo quando passa a primo aspetto inavvertita.

Tornando alla lettera del ministro, essa prosegue così:

« Osservo, d'altra parte, che le critiche nelle quali più particolarmente s'insiste in quel memoriale e che si sono volute documen-

Digitized by Google

tare », — qui avrebbe dovuto dire: che si sono documentate — « con gli allegati depositati presso codesta Camera, non colpiscono affatto atti recenti dell'Amministrazione. Risulta anzi dagli stessi documenti che questa ha stabilito negli ultimi anni norme di procedura più conformi alle disposizioni vigenti e più rispondenti alle esigenze del servizio, evitando con ciò le incertezze e le oscillazioni che prima si notavano nell'applicazione della legge e del regolamento ».

Si vede qui che S. E. il Ministro mette a mare tutti i suoi predecessori, e ci dice che in questi ultimi tre anni, cioè dopo il suo avvento, le cose vanno molto bene, mentre prima si notavano nell'applicazione della legge e del regolamento delle incertezze e delle oscillazioni.

Ciò posto, la sola conclusione a cui noi potremmo arrivare, secondo la logica ministeriale, sarebbe l'augurio di vedere conservato a lungo al potere il Ministro che così felicemente ha saputo troncare, con la sua sola presenza, una tradizione di malanni durata circa un ventennio.

Però, ammettendo anche che da tre anni le cose vadano così bene, la vera logica trova nelle stesse parole del Ministro la conferma della nostra tesi, cioè che l'ufficio della proprietà industriale deve essere un ufficio autonomo, vivente di vita propria, e non una misera sezione suscettibile di venire turbata da ogni stormir di fronda, da ogni cambiamento di persona al Ministero di agricoltura, industria e commercio.

Purtroppo tuttavia, per quanto ci dolga togliere a S. E. il ministro Rava l'illusione di essere stato sorgente di tanto bene, dobbiamo notare che anche in questi ultimi tre anni le cose sono andate come prima, anche in questi ultimi tre anni vi furono le oscillazioni, le incertezze e il resto, e come abbiamo già presentato stasera due esempi tipici recentissimi che provano il nostro asserto, rinunciamo, ora come prima per amor di brevità, ad allargare le esemplificazioni, pel che non mancheranno certamente occasione e tempo più opportuni.

Segue la lettera del Ministro:

« Fu appunto nelle istruzioni diramate da circa tre anni alle Prefetture che si sono riportate, per quanto riguarda le dimensioni dei disegni, le norme stabilite dal regio decreto 16 settembre 1869, che non fu mai modificato, consentendo solo una maggiore tolleranza di alcuni centimetri per rendere accettabili i disegni nelle dimensioni prescritte dai regolamenti dei principali Stati stranieri. Da quando furono diramate quelle istruzioni non si sono certa-

Digitized by Google

mente più accettati, salvo che per possibili errori, disegni elìografici e ciò per la difficoltà che i disegni riprodotti con questo sistema siano durevoli ».

Questo periodo conferma quanto noi avevamo esposto nel nostro memoriale, cioè che il regio decreto 16 settembre 1869 non fu mai abrogato, ma ciò nonostante il Ministero emanò delle circolari per disciplinare precisamente la materia già disciplinata da questo decreto. Se e quanto queste circolari siano contraddittorie l'una con l'altra, e tutte e due col regio decreto, non lo ripeteremo qui bastando rileggere gli estratti che ne sono esposti nel secondo memoriale della nostra Commissione (pag. 9-10) per persuadersene. E le parole del Ministro mostrano una volta di più con quanta disinvoltura vengano trattati, presso il suo Ministero, i regi decreti siano essi del 1869 o siano del 1884.

« Quanto alle descrizioni — prosegue il Ministro — quelle scritte a macchina furono da quell'epoca sempre accettate a corredo delle domande, purchè nel modo di scrittura e nella consistenza e nel formato della carta rispondessero alle condizioni prescritte. Invece per le descrizioni da autenticare dall'ufficio, la circolare 19 settembre 1901 stabilisce che debbano essere scritte a mano. Senza entrare nel merito di quest'ultima disposizione, faccio notare la differenza, che è sfuggita al redattore del memoriale, fra la copia di descrizione che deve essere riconosciuta dall'ufficio come riproduzione autentica di quella che resta depositata nei suoi archivi e l'esemplare di descrizione che viene restituito al richiedente con l'attestato. Della identità di questo esemplare con quello che resta depositato in archivio e che è il solo di effettivo valore per i terzi, risponde unicamente colui che domanda l'attestato ».

A questo proposito ricorderemo solo che la nostra Commissione aveva notato incidentalmente, nel suo secondo memoriale, che, dal momento che gli Stati esteri interessati accettavano le copie originali, per le quali il Ministero ammette la scrittura a macchina, tanto valeva che il Ministero ammettesse pure la scrittura a macchina per le copie autentiche estratte allo stesso scopo. L'argomento ora esposto dal Ministro circa la durata non ha valore, perchè la copia originale che rimane al Ministero deve presumibilmente durare almeno quindici anni, e invece quelle depositate all'estero non occorre che abbiano alcuna notevole durata.

Proseguendo, il Ministro passa a parlare dei documenti da presentare per le domande d'importazione e si esprime in questi termini: « Quanto ai documenti da presentare con le domande d'im-

Digitized by Google

portazione si è ritenuto ovvio di applicare per analogia le stesse facilitazioni consentite per le domande con rivendicazione di priorità dal regolamento relativo. Ed è strano che anche le maggiori correntezze usate dall'ufficio in questo ed in altri casi siano oggetto di critica da parte del redattore del memoriale unicamente perchè di queste facilitazioni non si è data notizia ufficiale agli agenti ».

Qui il Ministro perde un poco le staffe, e se la piglia proprio col relatore della Commissione che non merita certo tanto onore.

Solo che, citando, manca di quell'esattezza che pure sembrerebbe stargli tanto a cuore.

Infatti, nel nostro secondo memoriale (pag. 11) non si trovano affatto recriminazioni per la mancata partecipazione ufficiale agli agenti. Si trovano invece queste parole: « Aggiungeremo solo essere da deplorare che la decisione di accettare gli stampati stranieri come documenti legali per i brevetti d'importazione non sia stata comunicata agli interessati con circolari e pubblicazioni nel *Bollettino* del Ministero, come si fece per le domande sotto la convenzione col regio decreto n. 206, art. 3 ». E su questo punto, della pubblicità, mediante il *Bollettino* e le circolari, non insisteremo oltre avendo già prima osservato e dimostrato molto abbondantemente come il sistema ora seguito di disposizioni e concessioni clandestine serva solo a moltiplicare il lavoro inutile, ad arenare le pratiche ed a disgustare coloro che hanno rapporti col nostro ufficio della proprietà industriale. È vero che ingressa il registro-protocollo, ma di ciò non spetta a noi, e neanche a S. E. il Ministro, di rallegrarsi.

La lettera del Ministro passa in seguito alla questione dell'indipendenza dei brevetti: « Analogamente, nella questione dell'indipendenza dei brevetti, poichè il relatore della Commissione dichiara che la decisione presa in proposito dall'Amministrazione è conforme alle sue idee, non mi sembra giusto che egli insista così vivamente nelle sue recriminazioni perchè quella decisione non fu più sollecita ».

Anche su questo punto, in cui il relatore della Commissione di nuovo è particolarmente chiamato a far la parte del Cireneo, la citazione di S. E. il Ministro manca, diciamo così, di esattezza.

Il nostro primo memoriale, dopo di aver narrato come l'Amministrazione volle imporre un brevetto di quattordici anni ad un inventore che l'aveva richiesto per quindici, dice (pag. 16): « Non valsero argomentazioni esaurienti per mutare l'avviso dell'Amministrazione che rilasciò un brevetto di quattordici anni. Però le stesse argomentazioni apparvero poco dopo nella stampa, vennero accennate nel programma di un Congresso estero ed allora l'Ammini-

Digitized by Google

strazione le trovò buone e cambiò vela. Ma intanto gli inventori che nell'intervallo erano ricorsi ad essa pagarono le spese del suo errore ».

Non quindi recriminazioni perchè quella decisione non fu più sollecita, ma semplicemente esposizione di un fatto dimostrante l'irreduttibilità, e diciamo pure cocciutaggine, dell'Amministrazione di fronte alle esigenze più giuste e alle argomentazioni più evidenti, quando hanno il torto di provenire da un semplice inventore e di svolgersi nell'ombra dell'ambiente del Ministero. E di questi sentimenti, dominanti nell'ambiente della III Sezione, Divisione I del Ministero di agricoltura, industria e commercio, è anche un chiaro rivelatore il rescritto che ho letto poco fa a proposito degli stranieri non residenti in patria, il quale purtroppo conta dei confratelli a centinaia. E questo succede, non per cattiva volontà, siamo tutti d'accordo col Ministro, ma per incompetenza, nè è un torto il commettere i più grossolani errori per coloro che si trovano in un posto a cui uno sbaglio degli altri li ha chiamati, e non le loro attitudini o la loro capacità.

Il Ministro accenna poi alla convenzione germanica con queste parole: « E così pure per quanto riguarda la convenzione con la Germania mi sembra manchi ogni ragione di recriminare dal momento che le disposizioni criticate sono quelle della convenzione del 1892, modificate dalla succes iva convenzione del 1902 ». A questo proposito ricorderemo che nei nostri memoriali, sviluppando il concetto che l'ufficio della proprietà industriale deve avere un carattere intellettuale spiccato, dimostravamo come senza di ciò il paese arrischia di aver la peggio nelle conferenze internazionali e nei trattati che ne sono la conseguenza. Come esempio di questo fatto citavamo, fra altro, la convenzione italo-germanica del 1892 in cui gl'interessi degli italiani risultavano meno tutelati di quelli dei tedeschi. Il Ministro nella sua prima lettera negò recisamente questa nostra affermazione dicendo (pag. 21): « È assolutamente non conforme al vero che nell'ultimo accordo con la Germania siano stati sacrificati gl'interessi nazionali ». A questa recisa smentita, la nostra Commissione oppose nel secondo memoriale delle ragioni in tesi contraria, e, come si vede, il Ministro finì per riconoscere l'esattezza delle nostre conclusioni, notando che le disposizioni criticate erano state abrogate nel 1902. Ora, siccome questa abrogazione ebbe luogo non per fatto dell'Italia, ma per fatto della Germania, che essendo entrata nell'unione internazionale, dovette naturalmente recedere dall'unione con l'Italia, almeno pei punti che si contraddicevano, risulta

Digitized by Google

confermato in tutta la sua ampiezza il nostro asserto, cioè che per quanto dipese dalla nostra Amministrazione le trattative con la Germania furono condotte con evidente incapacità. E del resto, come già notammo nel secondo memoriale, anche con la revisione del 1902 da parte nostra si diede prova di piena dedizione alla Germania accettando l'art. 5 steso interamente a beneficio dei sudditi tedeschi.

Passando oltre nella lettera del Ministro troviamo:

« Nel nuovo memoriale si muovono poi dei lamenti, in parte giustificati sui ritardi che subiscono le pubblicazioni dell'ufficio. Ma per quanto concerne l'elenco dei morosi dei pagamenti, si è già provveduto con una nuova forma di registrazione delle scadenze a rendere possibile una più sollecita compilazione dell'elenco stesso che infatti fu pubblicato nell'ultimo trimestre con un mese di anticipazione. Si provvederà anche a rendere più sollecita la pubblicazione degli indici annuali il cui ritardo è dovuto principalmente a difficoltà di bilancio. Quanto agli elenchi delle privative, credo che per ora possa bastare la pubblicazione che si fa nel *Bollettino* col ritardo di un mese circa dal rilascio; la pubblicazione giornaliera importerebbe un lavoro difficile ed una spesa non indifferente. Il *Bollettino* tiene il pubblico informato di tutte le nuove leggi italiane e straniere ed anche della giurisprudenza amministrativa italiana sulla materia; se le sue notizie di giurisprudenza non sono più frequenti ciò è dovuto unicamente al fatto che la giurisprudenza in materia non è molto ricca ».

Qui il ministro fa, come si vede, qualche concessione e qualche promessa, e chi ci crede può esserne soddisfatto. Notiamo intanto che l'indice annuale del 1903 è uscito solo poco fa, cioè a distanza di oltre un anno. Il ministro ritiene che questi inconvenienti dipendano dal bilancio, però chi discende a vedere quanta energia e quanto danaro spreca l'amministrazione in lavori inutili, e noi ne abbiamo già veduto qualche esempio, può rispondere tranquillamente che l'opinione del ministro è molto lungi da quell'esattezza tanto invocata da lui stesso.

L'elenco giornaliero dei brevetti è una cosa di prima necessità per chi si occupa di proprietà industriale, e non tutti divideranno certo la tranquillità serena di chi crede che possa bastare la pubblicazione che se ne fa col ritardo di un mese circa — leggi abbondantemente — dal rilascio. Quanto alla difficoltà di lavoro che importerebbe la stampa giornaliera di un elenco comportante una piccola paginetta di composizione tipografica è veramente difficile vederla; a meno che entrando nella sezione III, divisione I del Mi-

Digitized by Google

nistero d'agricoltura, industria e commercio le lucciole diventino lanterne e le mosche elefanti. E quanto alla spesa ognuno può calcolare da sè a quale cifra colossale si arriverebbe alla fine dell'anno con la stampa di 365 foglietti in-8° e fors'anche in-16°. Senza contare che con abbonamenti al pubblico il Ministero finirebbe per fare dei profitti, poichè vi sono dei privati che pagano annualmente delle centinaia di lire ad impiegati del Ministero precisamente, e solamente, per ottenere questi elenchi giornalieri. Del resto la vera prova che non ci sarebbero tante difficoltà a fare questa pubblicazione sta nel fatto che essa ebbe luogo per oltre un anno, verso il 1896, cioè quando le cose andavano, secondo il ministro, molto peggio di adesso.

E circa il *Bollettino* diremo solo essere strano che la Redazione di esso non trovi quelle notizie di giurisprudenza italiana che pure tanti giornalisti sanno trovare e pubblicare sui loro giornali, e seguiti a tacere per mesi ed anni su quanto si fa nelle Corti italiane in materia di brevetti, preferendo ammannire ai lettori notizie delle isole Filippine, d'Australia, di Cuba o della China. Tanto più che il lavoro le sarebbe molto più facile, poichè le sentenze delle Corti italiane sono in italiano e non avrebbe che da copiarle, mentre per le notizie dell'estero l'amministrazione deve dipendere da traduzioni proprie o avute di seconda mano, cosicchè le capita di scrivere delle informazioni come la seguente: « Regolamento inglese 1905, art. 18. I disegni per le domande di patente dovranno essere montati su tela ». (*Bollettino Prop. Ind.*, 1904, pag. 707), mentre sul testo inglese sta scritto: « Non si possono usare disegni montati (su tela o su altro »).

E questo prova con quanta fiducia i lettori del *Bollettino* possono accogliere le informazioni che esso pubblica sull'estero.

E andiamo avanti.

Il ministro si esprime nel modo seguente circa le irregolarità rimproverate all'amministrazione: « Nel nuovo memoriale si accenna anche ad irregolarità commesse a favore di certi brevetti, delle quali ebbe ad occuparsi la stampa politica. Ritengo che si voglia riferirsi a fatti avvenuti molti anni addietro, e che non si sono più ripetuti; se così non fosse pregherei di darmi in proposito maggiori schiarimenti ». E noi prendiamo atto, senza andare a cercare altro, delle parole del ministro, bastandoci ch'egli riconosca che le irregolarità da noi denunziate avvennero, non essendo importante per lo scopo nostro, cioè per la tutela della proprietà industriale, l'indagare in quale epoca, o sotto quale ministro, esse si siano verificate.

Digitized by Google

« Finalmente — prosegue il ministro — nel nuovo memoriale si lamenta l'azione che esplica l'amministrazione nell'esame delle domande; ma sta in fatto che la legge prescrive di respingere le domande in alcuni casi speciali e che a questo fine è necessario un esame preventivo da parte dell'amministrazione. La necessità di questo esame e l'opportunità delle ricerche fatte in simili casi dall'amministrazione per rendere i documenti presentati più conformi alle prescrizioni della legge furono riconosciute anche in una recente decisione della Commissione centrale dei reclami.

« Da ultimo, per quanto riguarda i marchi, si lamenta ancora nel memoriale che l'amministrazione ricusi di accettare descrizioni nelle quali il richiedente indichi questa o quella parte del marchio come la più importante ed essenziale. Mi sembra invece che ciò sia perfettamente conforme alla legge perchè non spetta al dichiarante di stabilire i limiti della protezione che gli compete per effetto del suo deposito. Soltanto l'autorità giudiziaria ha veste per decidere se l'imitazione parziale di un marchio costituisca o no contraffazione, e questo esame non deve e non può basarsi che sull'esame oggettivo del marchio depositato ».

Qui impariamo dal ministro una cosa che non tutti sapevano ancora. Cioè che in Italia l'ufficio amministratore della proprietà industriale deve fare l'esame preventivo dei brevetti e dei marchi. Noi sappiamo che ciò non è vero, ma non insisteremo su questo punto, tanto chiaro che ogni ulteriore commento guasterebbe. Domanderemo solo al ministro se, dato che proprio si debba fare l'esame preventivo, egli creda in coscienza che la sua III sezione, divisione I, della cui intellettualità e competenza abbiamo già dato qualche saggio, abbia veramente i titoli per fare questo esame. E lo inviteremo ancora a meditare sulla sua nuova massima secondo cui « non spetta al dichiarante di un marchio lo stabilire i limiti della protezione che gli compete » perchè in base ad essa studi una riforma della legge sui marchi abrogante l'obbligo di depositare, unitamente agli esemplari del marchio, anche la dichiarazione e la descrizione. Poichè se questi documenti non devono servire precisamente a dichiarare « i limiti della protezione che il richiedente intende chiedere », noi non sappiamo veramente che cosa essi servano a fare. Del resto potremo presentare, se occorre, delle dichiarazioni e delle descrizioni di marchi, antiche e recenti, in cui è pienamente contraddetta la massima testè riportata e che pure furono regolarmente accettate dal Ministero. E questo solo per provare una volta di più che l'amministrazione non ha tanto il torto di emanare massime sbagliate,

Digitized by Google

della qual cosa potrebbe ancora essere compatita, ma ha invece quello molto più grave di fare e disfare continuamente al punto che già nel nostro primo memoriale abbiamo potuto affermare e provare che « a questioni semplicissime uno non sa mai come rispondere a priori, perchè l'amministrazione non ha mai dimostrato al minimo grado quella continuità di criteri per cui un terzo è messo in grado di regolarsi da caso a caso ».

La lettera del ministro termina con la conclusione seguente: « I lamenti degli interessati circa alcune difficoltà frapposte a far valere i loro diritti hanno talvolta più fondamento in alcune imperfezioni delle leggi vigenti che nell'erronea applicazione di esse da parte dell'amministrazione. E con una riforma di questa legge, della quale intendo di sollecitare lo studio, spero di poter soddisfare a molti dei giusti desiderî, dei quali si fa eco la Federazione fra Società scientifiche di Torino ».

Conclusione che è la vera freccia del Parto, perchè mentre noi abbiamo sudato due memoriali per dimostrare al ministro che non bisogna toccare sostanzialmente la legge prima di aver riformato l'amministrazione, la quale è destinata ad essere l'ispiratrice e l'elaboratrice della legge stessa, egli ci dice che per soddisfare a molti dei nostri giusti desiderî egli intende sollecitare precisamente una riforma della legge. Facendoci fare la figura di sudditi russi in attesa di una costituzione ispirata ed elaborata, per esempio, dal Santo Sinodo.

Riassunto così lo scambio di idee intercorse fra S. E. il ministro Rava e la nostra Commissione, non ci rimane che tirare a nostra volta le nostre conclusioni.

In rapporto all'accoglienza che potevano avere i nostri memoriali presso S. E. il Ministro, si presentavano tre casi possibili.

Il primo, si era che il ministro approvasse interamente le nostre vedute, e promettesse di dare esecuzione ai nostri voti. Questo caso, che indubbiamente si presentava come il più favorevole, evidentemente non si è verificato. Però non dobbiamo dolerci troppo perchè realmente poche speranze si nutrivano in questo senso, e d'altronde succede tante volte che le cose che cominciano di galoppo finiscono per inciampare e cadere che quasi quasi questo caso, favorevole in apparenza, poteva nascondere i pericoli maggiori.

Un secondo caso poteva presentarsi. Che il ministro, discutendo i nostri memoriali, dimostrasse che noi non avevamo visto le cose sotto l'aspetto giusto, che i nostri ragionamenti erano errati e che quanto noi chiedevamo era contrario all'interesse della proprietà

Digitized by Google

industriale e del paese. E questo caso era indubbiamente il peggiore poichè di fronte ad esso la nostra Commissione non avrebbe potuto far altro che rassegnare il mandato conferitole, ed invitare la Federazione a rinunciare alle sue aspirazioni in merito al Museo Industriale. Neanche questo caso, fortunatamente, si è verificato, poichè anzi noi siamo usciti dalla nostra discussione sempre più rinsaldati nella persuasione che le nostre richieste rispondono ad un vero bisogno nazionale. Di più noi vediamo ora che esse hanno caratteri di urgenza e di importanza superiori a quanto noi stessi avessimo in origine creduto.

Il terzo caso che poteva verificarsi, e che si è verificato, e che era anche, direi quasi, atteso, si era che il ministro non esaminasse il nostro memoriale, non lo discutesse, ma con quello spirito di repulsione, di cui si hanno esempi tutti i giorni da parte di chi non ama i turbamenti, e pochi sono che li amino, allontanasse le nostre domande con delle parole, parole purchessia, illogiche e inconcludenti, questo non importa, purchè servissero a dir di no e a far tacere i perturbatori.

Dobbiamo noi disperarci per ciò? No, certamente.

Ricorderà forse qualcuno di lor signori di aver letto in un grazioso bozzetto di vita militare i casi di un tenente, il quale era tanto iracondo con chi gli rompeva il sonno al mattino che l'attendente che doveva svegliarlo per l'ora delle manovre era costretto sempre a mettersi al riparo dai proiettili che, oltre alle bestemmie e alle invettive, il suo padrone gli scaraventava addosso. Però il padrone stesso appena alzato, e rinfrescato, e fugate le nebbie del sonno, sentiva riconoscenza pel povero attendente e finiva per regalargli qualche sigaro extra-razione.

Noi non siamo qui per fare della psicologia, ma tutti gli uomini sono un po', dal più al meno, come il tenente del bozzetto. La nostra Commissione ha fatto la parte dell'attendente, e raccoglie i frutti del primo risveglio. Confidiamo ora che anche gli altri, a suo tempo, abbiano a venire.

D'altra parte, se invece di guardare alle cose come appariscono noi guardiamo ad esse come realmente sono, noi abbiamo un altro motivo di sperare pel fatto che, in rapporto alla persona del ministro d'agricoltura, industria e commercio, le cose sono in termini diversi di ciò che possa sembrare leggendo le lettere recanti la sua firma. Infatti, e non è il caso fra noi di mostrare d'ignorarlo, le lettere in questione non recano certo l'impronta della personalità di

Digitized by Google

Sua Eccellenza Rava, e si può anzi essere certi che del ministro, in tali lettere, c'è la firma pura e semplice e nulla più.

Premuto evidentemente da questioni più urgenti, non è da stupire che S. E. il Ministro abbia ritenuto che una questione toccante puramente la povera sezione III della divisione I del suo Ministero non meritasse il suo intervento personale. E così i nostri memoriali passarono, vergini d'ogni sguardo indiscreto, dal tavolo del ministro a quello di un qualche funzionario. Questo funzionario, data una scorsa ai memoriali, vide di essi una cosa sola che ingigantì sempre più ai suoi occhi fino a nascondergli la visione di tutte le altre cose che nei memoriali c'erano pure, e che non meritavano certo di essere disprezzate. Egli vide cioè solamente quelle poche righe in cui poteva scorgersi una critica alla sua opera di funzionario, o per lo meno all'opera dell'ufficio a cui egli apparteneva, e si occupò solo di queste righe, e credette di dover rispondere solo ad esse. E con una mossa, che è comune ad ogni imputato quando è davanti al giudice istruttore, egli al primo interrogatorio, cioè diciamo, al primo memoriale, rispose con una denegazione generale, contestando la verità dei fatti esposti. Dopo che questa verità venne documentata, i fatti non si negarono più, ma diventarono imputabili ad altri, cioè a quelli che c'erano prima. E con ciò pensò forse di rendersi solidale il suo principale, S. E. Rava, che vide la sua persona ascritta al periodo d'oro dell'amministrazione della proprietà industriale italiana.

Ed è così che nacquero, crebbero e vennero alla nostra Commissione le due risposte per le quali l'apposizione della firma del ministro fu l'ultima, e la più insignificante delle formalità. Firma di compiacenza verso un dipendente a cui forse il ministro non avrà motivo di negar fiducia, ma che non era certo la persona più adatta a studiare la questione da noi presentata.

Non è vanto della nostra Federazione l'aver sollevato, per la prima, la questione del riordinamento della proprietà industriale. Molto tempo prima d'ora si cominciò a parlarne in giornali e riviste, e, p. es., già nel febbraio 1900 l'*Economista d'Italia*, che si stampa a Roma, pubblicava uno studio dovuto alla penna del comm. Cesare Rossi, professionista di Roma, nel quale si trova a conclusione questo periodo: « Da ciò che siamo venuti man mano esponendo, e come lo esige la natura stessa del servizio, l'ufficio della proprietà industriale dovrebbe essere autonomo, con sede appropriata per il pubblico che vi è ammesso a tenore dell'art. 52 della legge; inoltre dovrebbe essere retto da un funzionario stabile affinchè, oltre alle speciali con-

Digitized by Google

dizioni che sono richieste, abbia la tradizione degli affari e della giurisprudenza relativa. E per vero questi criteri predominarono sino dalla sua istituzione, sotto la dipendenza del Ministero delle finanze in cui l'ufficio delle privative era in Torino con sede conveniente nei locali dell'Istituto tecnico (in seguito Museo Industriale), ma col suo passaggio al Ministero d'agricoltura, industria e commercio incominciò una vita randagia per soddisfare interessi ed aspirazioni burocratiche ».

Ho voluto citare questo studio, il quale preconizza nettamente il ritorno della proprietà industriale al Museo, perchè forse a qualcuno l'iniziativa della nostra Federazione potè sembrare ispirata dal solo concetto di voler favorire un istituto locale, il nostro Museo, e per esso la nostra città. Cosa che assolutamente non è.

Lo studio dell'*Economista d'Italia* ebbe a compagni molti altri analoghi, e voti pronunciati in Congressi, molto prima che la nostra Federazione facesse sua la questione.

Se noi abbiamo parlato del Museo Industriale si è perchè siamo persuasi, intimamente e fermamente, che esso potrebbe con facilità, e soddisfacendo nel modo migliore l'interesse generale, prestare la sua opera nella soluzione dei problemi che ormai s'impongono nel campo della proprietà industriale. E abbiamo detto: Mentre studiate il Politecnico Torinese, ricordatevi che forse avrete bisogno del Museo per amministrare la proprietà industriale, e perciò tenete conto di questa eventuale necessità prima di prendere delle decisioni che, sotto questi aspetti, potrebbero distruggere il Museo per sempre.

La nostra opinione riguardo al Museo non è dunque un'opinione di Torinesi, ma di Italiani, e abbiamo l'*Economista d'Italia*, giornale di Roma, e abbiamo Congressi nazionali e internazionali che lo dicono anche a chi non vuol credere, o non vuol sentire, le nostre parole.

Tuttavia noi siamo pronti a scindere le questioni e diciamo: Studiate ed eseguite le riforme della proprietà industriale, e se si potrà fare, e se converrà fare a meno del Museo, noi daremo il benvenuto a qualunque soluzione, purchè buona ed efficace. Se però il Museo potesse, come noi affermiamo e crediamo e abbiamo dimostrato, partecipare alla riforma e integrarla in sè nell'interesse generale, accettate la sua opera e le sue offerte, senza discendere a meschine ed indegne eccezioni regionali.

Ed è con questi sentimenti che vi preghiamo di esaminare l'ordine del giorno che presentiamo stassera alla vostra approvazione.

Digitized by Google

E confidiamo che, ottenuto il suffragio dei vostri voti, esso varrà ad ottenere la collaborazione e l'aiuto dei nostri uomini parlamentari, e ad essi andranno i sentimenti della nostra riconoscenza per averci assistiti in un'impresa difficile e in qualche parte anche ingrata, come vanno fin d'ora i ringraziamenti della nostra Federazione all'on. Teofilo Rossi, che quale presidente della Camera di commercio di Torino, ha reso possibile, e non inutile, il nostro primo passo.

Ed ora non mi rimane che a ringraziare a mia volta quest'assemblea, a nome della Commissione, per avere ascoltata con tanta cortesia e pazienza la povera parola del suo relatore.

LA COMMISSIONE:

Ing. VITTORIO SCLOPIS, Presidente della Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche in Torino e della Associazione Chimica industriale, *Presidente*.

On. Avv. PAOLO BOSELLI, Deputato al Parlamento, Presidente del R. Museo Industriale Italiano.

Prof. Ing. ANGELO REYCEND, Direttore della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri in Torino.

Ing. GIACOMO SALVADORI DI WIESENHOFF, Presidente della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

Ing. VINCENZO SOLDATI, Presidente della Associazione Elettrotecnica Italiana (Sezione di Torino).

Avv. EDOARDO BOSIO, Presidente onorario della « Associaciation internationale pour la protection de la Propriété industrielle ».

Ing. CARLO BARZANÒ, Membro del Comitato Italiano della « Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle ».

Ing. ENRICO SEGRE, Segretario generale della Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche in Torino.

Ing. MARIO CAPUCCIO, Segretario del Collegio Italiano degli Ingegneri, Consulenti in materia di Proprietà Industriale, *Relatore*.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol. I	Atti	(*Esaurito*)	L. —
»	» II	»	. . . . .	» 20
»	» III	»	. . . . .	» 10
»	» IV	»	. . . . .	» 20
»	» V	»	. . . . .	» 20
»	» VI	»	(*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	» VII	»	. . . . .	» 20
»	» VIII	»	. . . . .	» 20
Abbonamento	» IX	»	. . . . .	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 » »	25	35	65	95	150
3/4 » »	30	45	80	115	180
1 » »	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. LUGLIO-OTTOBRE 1905 Fasc. 4°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

N. 25. L'impianto idro-elettrico del Tusciano — Ing. A. TAJANI (Napoli). (*Con 6 figure*) *Pag.* 309

„ 26. Sui circuiti telefonici ad attenuazione costante — Dott. G. DI PIRRO (Firenze). (*Con 5 figure*) 322

„ 27. Sull'ufficio della proprietà industriale — Ing. F. GENTILI (Firenze). 361

„ 28. Connessioni elettriche delle rotaie a contatti saldati mediante acetilene — Ing. R. CATANI (Firenze). (*Con 2 figure*) 368

„ 29. L'elettricità nella medicina — Ing. G. ROSTAIN (Firenze). 380

„ 30. Verbale dell'Assemblea Generale 394

NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

SEDE CENTRALE. — Verbale delle Sedute del Consiglio Generale 61

SEZIONI. — Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni 72

Aggiunta all'elenco dei Soci 76

AVVERTENZA. *I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2.*

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente Onorario

PROF. SEN. ANTONIO PACINOTTI.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Ing. G. Batta Cucchetti - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Gustavo Rizzoli; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Salvatore Marieni - Ing. Angelo Silva.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Giuseppe Carazzolo; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini-Rossi - Ing. Ugo Valduga - Sen. prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Prof. Moisè Ascoli - Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

VOL. IX. LUGLIO-OTTOBRE 1905 Fasc. 4°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE — ROMA

N. 25.

L'IMPIANTO IDRO-ELETTRICO DEL TUSCIANO

CONFERENZA

tenuta dall' **Ing. ADOLFO TAJANI** *presso la Sezione di Napoli nella seduta dell'11 giugno 1905.*

Dall'enorme masso calcareo di cui fanno parte i monti Accellica, Cervialto e Polveracchio della Catena appennina meridionale, dalle molte sorgenti sgorganti dalla loro pendice, ha origine il fiume Tusciano, come altresì il Sele ed il Picentino, mentre che dal versante settentrionale pollano le sorgenti che dan vita al Sabato e al Calore. Il ramo principale del Tusciano trovasi fra l'Accellica e l'appendice ovest del Polveracchio, al sud del monte Cervialto. Il suo bacino è quasi tutto racchiuso fra calcari cretacei e triassici sui quali qua e là si poggia qualche falda eocenica.

Un importante affluente è l'Isca della Cava che è alimentato dalle sorgenti dell'Ausino al nord-ovest di Acerno. Nell'ultimo tratto del suo percorso verso Battipaglia si profilano una serie di colline plioceniche con conglomerati detritici e di qui si stende la vasta pianura del Delta racchiuso fra il Tusciano ed il Sele.

Il fiume Tusciano è di natura torrentizia, ha variabilissime portate oscillanti fra un minimo estivo di mc. 3 ed una media di mc. 5. Nel periodo delle piene convoglia un enorme volume d'acqua spesso devastatrice.

Se si eccettuano poche utilizzazioni della sua forza per mulini sotto Acerno, il Tusciano scorre rumoroso ed incassato nell'alta montagna fino ad Olevano. Di qui fino a Battipaglia ha minore pendenza ed è in parte utilizzato per forza motrice ed irrigazione nella vasta pianura di Eboli per lo che vi è un regolare consorzio.

Più volte si tentò impiegare tanta energia, e degno di nota è il progetto già da parecchio tempo redatto della costruzione di un

Digitized by Google

canale industriale fino a Nocera, ma l'enorme spesa d'impianto non lo fece entrare nel campo dell'attuazione.

I progressi dell'elettrotecnica chiamarono in onore le forze idrauliche ed allora si ripensò alle acque del Tusciano finora poco conosciute, quantunque siano le più vicine a Napoli.

Lunga fu la serie di difficoltà tecniche che si dovettero superare, data l'accidentalità del terreno, non poche furono quelle finanziarie senza tener conto di quelle frapposte dall'idea della trazione elettrica ferroviaria, che molto ha ostacolato lo sviluppo industriale d'Italia.

Finalmente sotto gli auspicî della *Société Franco-Suisse pour l'industrie électrique de Génève* si costituì in Napoli la *Società Meridionale di Elettricità* col capitale di 5 milioni che divenne concessionaria della forza idraulica del Tusciano. Ed ora quèsto magnifico impianto, primo nell'Italia meridionale, ammirato da tutti, è già in esercizio.

***

Accennato così sommariamente alle varie fasi dell'intrapresa, entro in argomento descrivendo le opere murarie e di sterro e poi, con maggior dettaglio, la parte meccanico-elettrica.

Come riscontrasi quasi in tutti i fiumi, dalla foce alla sorgente la pendenza aumenta a gradi e trattavasi di scegliere fra quali quote si presentava più opportuna l'utilizzazione senza recar danno alle derivazioni già esistenti.

Da mio padre, primo autore del progetto, fu prescelto il tratto fra le quote 135 e 430, nel quale il fiume scorre circa al 4 per cento, mentrechè più a monte, e per circa 3 km., la pendenza è minore, per poi raggiungere quote più elevate.

La diga di sbarramento è impiantata col suo ciglio alla quota 431 nel tenimento del Comune di Acerno. Essa non ha grande importanza essendo il letto dell'alveo poco largo e fra terreni rocciosi. A 20 metri dalla diga a monte, e sulla riva destra del fiume, ha origine la presa d'acqua che è formata da quattro bocche di m. 2.50 di luce. Questa è parallela alla corrente del fiume allo scopo di ridurre al minimo la quantità di materiali che potranno introdursi nelle opere di presa in tempo di piena.

Poco dopo la presa si trova un primo bacino di calma con sfioratore per le piene, situato a valle della diga; esso è largo m. 4.40 ed ha una lunghezza totale di m. 13.80.

Segue, dopo il passaggio di una paratoia, un canale anch'esso munito di sfioratore, ma di livello inferiore al primo che permette lo scolo dell'acqua nel canale di derivazione ad esso parallelo.

Digitized by Google

Il canale di derivazione è in questo punto coperto da lamiere orizzontali bucate e tali da permettere il passaggio dell'acqua trattenendo i corpi galleggianti. A destra del canale di derivazione si trova un terzo canale destinato a raccogliere e riportare al fiume l'acqua eccedente. Il canale di derivazione può esser chiuso, dopo le lamiere bucate, da apposita paratoia.

Il pelo dell'acqua all'origine del canale di derivazione è alla quota 430.50.

Le dimensioni adottate nelle opere permettono di derivare dal fiume Tusciano 3500 litri al minuto secondo. Il volume d'acqua attualmente concesso alla Società Meridionale di Elettricità, con decreto 22 luglio 1901 è di litri 1900. Gli altri 1600 litri sono riservati allo Stato fino al 1908, epoca in cui se non li avrà utilizzati, saranno concessi alla Società. Questa però ebbe l'obbligo di eseguire le opere di presa ed il canale capaci di tutta la portata, in modo che la futura utilizzazione di tutta la massa d'acqua o da parte del Governo o da parte della Società stessa, sarà cosa molto facile.

Data la natura dei terreni da traversare, la rilevante lunghezza del percorso e per assicurare l'assoluta continuità dell'esercizio, malgrado le maggiori spese cui è andata incontro, la Società preferì, come variante al progetto di mio padre, di costruire il canale di derivazione totalmente in galleria alla pendenza costante del 2 per mille. La velocità dell'acqua in esso è di m. 12.35 al secondo. La lunghezza totale del canale è di m. 5704.58 di cui circa m. 800 nel Comune di Acerno ed il restante nel territorio comunale di Olevano. La galleria fu eseguita con 44 attacchi mercè 21 finestre tutte di breve lunghezza.

La sagoma adottata pel canale è pressochè costante, l'altezza libera totale è sempre di m. 1.95 e, secondo il presentarsi delle diverse nature di rocce, furono adottate tre sagome diverse: un tipo nudo e due con rivestimento ad arco rovescio.

L'acqua per compiere tutto il percorso impiega circa un'ora e dieci minuti.

Allo sbocco della galleria, poco sotto i ruderi di un antico castello feudale, trovasi il bacino di carico con tre sfioratori di troppo pieno che effettuano la ripartizione del volume d'acqua in due camere di carica indipendenti, provviste di griglie e paratoie che precedono l'imbocco delle due tubazioni progettate.

All'estremità del bacino trovasi una paratoia di scarico che, a mezzo di un pozzetto, immette nel canale di ritorno, che convogliando le acque di troppo pieno, le riversa nel vallone Castello. Detto canale

Digitized by Google

di ritorno ha la pendenza del 2 per cento, la velocità dell'acqua in esso raggiunge i m. 4.57 al secondo.

Tenuto conto della perdita di carico dovuta allo sviluppo del canale ed allo sfioratore del bacino, il pelo d'acqua all'origine delle tubazioni si trova alla quota 419.87. Come livello delle massime piene si è ritenuta la quota 136, di modo che il salto utile risulta di m. 283.87, e dato il volume d'acqua concesso in litri 1900, si ha disponibile la forza di 7191 cavalli dinamici nominali corrispondenti a 5400 cavalli sull'albero delle turbine.

***

Dal bacino di carico parte la condotta forzata attualmente costituita da un sol tubo. Al fine di evitare i giunti elastici che in analoghi impianti non hanno fatto buona prova, la condottura è stata convenientemente sezionata, in modo che il metallo si presenti abbastanza elastico per reagire senza lavoro anormale agli sforzi dovuti alla dilatazione. La tubazione eseguita dalle officine di Savigliano è in lamiere d'acciaio chiodato fino alla pressione di 16 atmosfere e da questo punto fino al distributore delle turbine sono saldati.

La lunghezza dei singoli tubi è di m. 10 (fig. 1).

Gli spessori variano come segue:

5	mm.	per la	pressione di	6.36	atm.
7	»	»	»	8.90	»
9	»	»	»	11.43	»
11	»	»	»	14.00	»
13	»	»	»	16.51	»
14	»	»	»	22.90	»
16	»	»	»	26.20	»
18	»	»	»	29.50	»

Il salto totale guadagnato dalla condotta è di m. 279, la sua lunghezza orizzontale è di m. 593.10, quella inclinata di m. 690. Essa non si trova in tutta la sua lunghezza nello stesso piano verticale, ma dopo m. 120.65, forma un angolo di 160° 54'. È sostenuta da 65 pilastri ed ancorata mercè collari e telai in 17 ancoraggi.

La condotta mette capo ad un tubo distributore posto parallelamente al fabbricato della centrale idro-elettrica e da esso partono le derivazioni per le turbine munite di apposite saracinesche di chiusura (fig. 2).

Digitized by Google

Fig. 1.

Digitized by Google

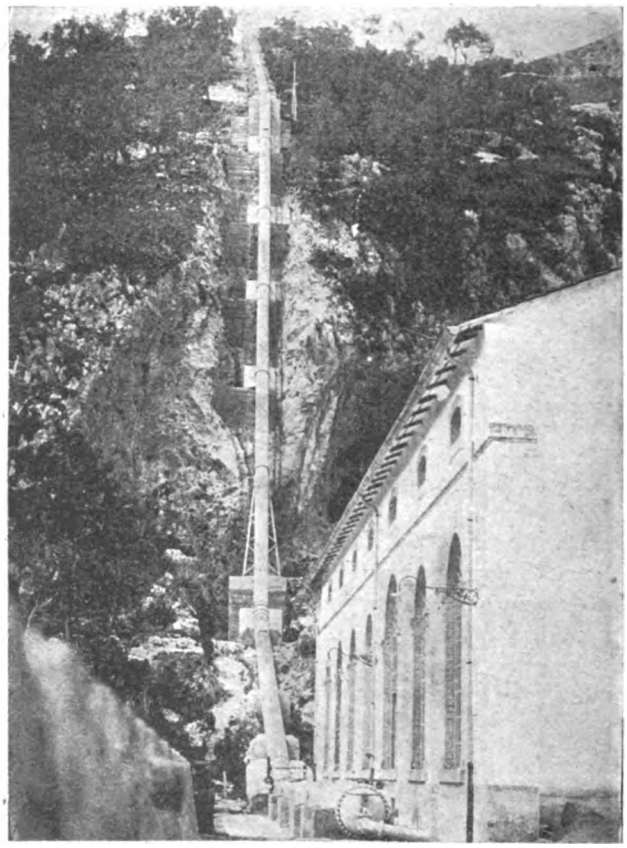


Fig. 2.

Ed ora entriamo nella vasta sala delle macchine ubicata sotto la borgata Ariano del Comune di Olevano, ove l'energia idraulica, sibilando nei tubi, dà vita ad una nuova energia che lontano è foriera di progresso e civiltà.

***

Il fabbricato della centrale elettrica è costituito alla grande sala delle macchine lunga m. 44 e larga m. 12.10 e di un corpo avanzato in cui trovansi la sala dei trasformatori statici, un'officina di riparazione ed altri annessi. I piani superiori a questi ultimi ambienti sono adibiti per il grande quadro di distribuzione ed agli uffici.

I solai e le coperture del corpo avanzato sono state eseguite in cemento armato sistema Luitpold; la tettoia della sala delle macchine è metallica con copertura in laterizi (fig. 3).

La sala ed il canale di restituzione delle turbine, per la parte compresa nel fabbricato, sono state costruite in calcestruzzo di cemento.

Il canale di restituzione è lungo circa m. 200 ed è in galleria artificiale, tranne che presso lo sbocco.

Dal tubo distributore partono attualmente 7 derivazioni, ognuna munita di apposita saracinesca di chiusura, che fanno capo a 7 turbine di cui 5 per gli alternatori e 2 per le eccitatrici.

Digitized by Google

Un gruppo elettrogeno è di riserva.

Le turbine sono state fornite dalla Casa Piccard, Pictet & C. di Ginevra.

Esse sono ad azione ad asse orizzontale, della potenza di 1400 cavalli ognuna.

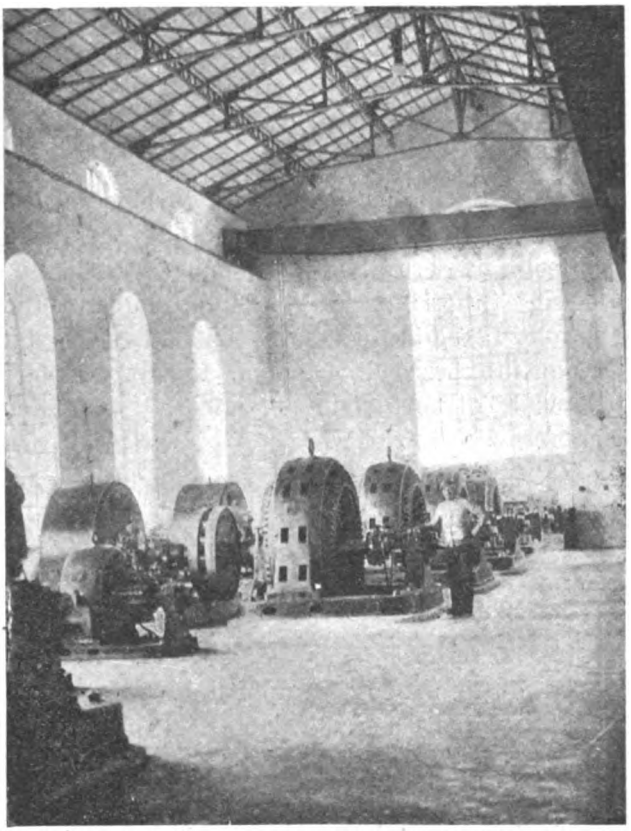


Fig. 3.

L'apparecchio distributore è formato da due bocchelli in bronzo nei quali la regolazione è effettuata da un otturatore, anche esso in bronzo, comandata da un regolatore *à déclic* che permette variazioni di velocità non superiori all'1 per cento. Uno speciale congegno costituito da un bilanciere con due contrapesi muniti di bicchieri, da riempirsi più o meno d'acqua, funziona da regolatore del regolatore stesso. Così sono evitati gli scarti dalla velocità di sincronismo e la messa in parallelo è di molto facilitata.

La velocità è di 500 giri al minuto e le condizioni di rendimento sono:

del 76 per cento a pieno carico;
del 73 per cento a 3 quarti carico;
del 68 per cento a mezzo carico;
del 62 per cento ad 1 quarto carico.

Il peso delle turbine è di circa 10 tonnellate. Esse sono accoppiate direttamente agli alternatori a mezzo di giunto elastico.

Digitized by Google

Le due turbine azionanti le eccitatrici sono, come tipo, identiche a quelle testè descritte. La loro potenza è di 150 cavalli con la velocità di 700 giri al minuto. Il rendimento a pieno carico è del 76 per cento.

*
* *

Come già ho accennato, alle turbine da 1400 cavalli a mezzo di giunto elastico sono direttamente accoppiati gli alternatori, attualmente in numero di 5. Essi sono stati forniti dalla Casa Westinghouse, cantieri dell'Havre. Hanno l'albero orizzontale ed induttore girevole. L'indotto è fisso ed ha il diametro interno di 1600 mm. ed una lunghezza di 420 mm. Essi producono corrente trifase al potenziale di 3000 volt e 50 periodi. Il rendimento degli alternatori compreso l'eccitazione è:

a pieno carico

$\cos \varphi = 1$ del 95.3 %
$\cos \varphi = 0.80$ del 93.5 %

a mezzo carico

$\cos = 0.80$ del 90 %

L'induttore è costituito da una carcassa a raggiera in ghisa con 12 poli laminati e fra le punte della raggiera le lamine dei nuclei sono serrate da bulloni.

Gli avvolgimenti sono a nastro di rame; nei nuclei polari sono praticati canali per la circolazione d'aria.

L'indotto è costituito da segmenti di lamine d'acciaio infissi nelle scanalature. L'assieme è fissato nella carcassa esterna in ghisa.

La caduta di tensione da vuoto a pieno carico, con voltaggio normale, eccitazione e velocità costanti è:

Col $\cos \varphi = 1$ del 6.5 %
$\cos \varphi = 0.80$ del 20 %

Sono capaci di sopportare per un istante la messa in corto circuito di 2 fasi con 720 ampere; per due ore il sopracarico del 10 per cento; e momentaneamente quello del 25 per cento.

Il riscaldamento tollerato è di 50 gradi centigradi.

Il peso dell'indotto e carcassa è di kg. 7300.

Il peso dell'induttore ed albero kg. 5700.

Il peso della base e cuscinetti kg. 5500.

Il circuito magnetico in questi alternatori è completamente formato da lamine d'acciaio. La selfinduzione dell'avvolgimento è molto

Digitized by Google

bassa. Le perdite per correnti parassite sono minime. Fra le masse polari si notano i blocchi smorzatori di materiale diamagnetico che facilitano la messa in parallelo.

*
* *

Le eccitatrici sono macchine compound a quattro poli e della potenza di 110 kw al potenziale di 110 volt con 700 giri. Esse, oltre che alla eccitazione degli alternatori, servono pure per l'illuminazione dell'officina e locali annessi, nonchè per alimentare i motorini dell'officina riparazioni.

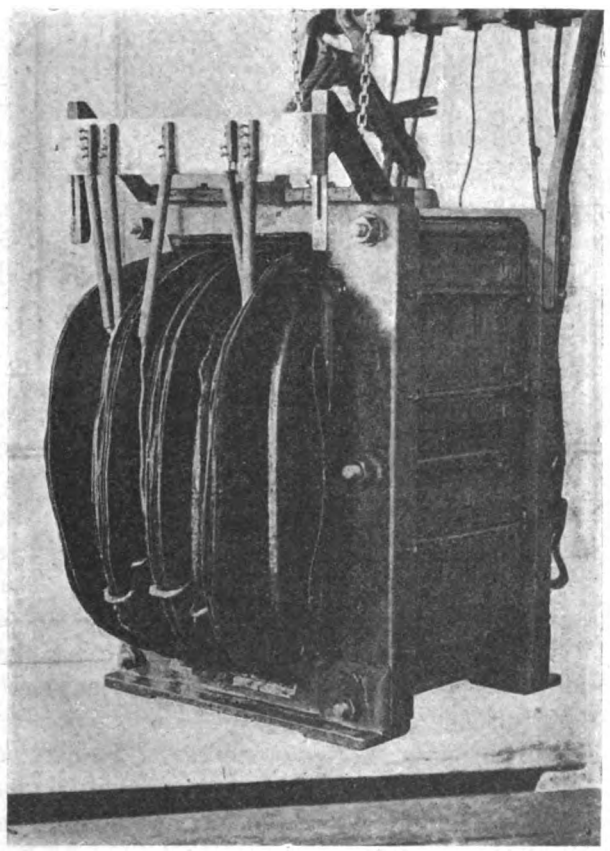


Fig 4.

Il potenziale di 3000 volt degli alternatori viene elevato a 30,000 a mezzo di trasformatori statici parimenti forniti dalla Casa Westinghouse. Si sono collegati tre trasformatori monofasi tra loro, per poter facilmente sostituirne qualcuno in caso di guasti (fig. 4).

La serie di trasformatori monofasi trovasi nell'apposita sala a ridosso di quelle delle macchine. Essi sono della potenza di 600 kilo-voltampère. Il loro rendimento a pieno carico è del 98.2 per cento con un $\cos \varphi = 0.80$.

Il consumo di corrente fra vuoto e pieno carico è con un

$$\cos \varphi = 1 \text{ del } 1.4\ \%$$

e con

$$\cos \varphi = 0.80 \text{ del } 3.4\ \%.$$

Digitized by Google

Devono sopportare e resistere alla prova di 50,000 volt fra primario e massa, fra primario e secondario, fra i primari tra loro. Nonchè di 6000 volt fra secondario e massa e tra i secondari fra loro.

Detti trasformatori sono a bagno d'olio senza raffreddamento artificiale. Il loro peso, olio compreso, è di di kg. 5500. Essi sono collegati a triangolo sulle sbarre degli alternatori ed a stella sulla linea d'uscita per una tensione di 30,000 volt, potendosi anche collegare a triangolo sulla linea d'uscita nel caso che si volesse limitare a 17,500 volt la tensione di servizio.

I trasformatori nelle varie sottostazioni sono stati forniti dalla Casa Oerlikon, pure a bagno d'olio senza raffreddamento artificiale. Essi sono trifasici e sottostanno alle stesse condizioni di rendimento e garenzia di quelli sopra descritti e riducono il potenziale da 30,000 a 2000, 1000, 500 volt secondo il bisogno, con la semplice modifica delle connessioni fra i vari avvolgimenti secondari.

Le connessioni primarie possono anche modificarsi per utilizzare la tensione di 17,500 volt.

*
* *

Dagli alternatori, dalle eccitatrici, dai trasformatori una quantità rilevante di fili e sbarre di rame di varie sezioni, sapientemente disposti in cunicoli sottostanti al terreno della sala delle macchine, confluisce al quadro di distribuzione situato, qual ponte di comando in alto della sala e vi si accede con comoda scala.

Il quadro è in marmo bianco e montato in ferro. Esso è diviso in varie sezioni ad ognuna delle quali sono fissati gli apparecchi e di misura e di manovra corrispondenti ad una macchina.

La disposizione generale fu informata al concetto che la corrente di eccitazione, quella degli alternatori e quella a 30,000 volt dei trasformatori devono rimanere assolutamente distinte le une dalle altre. Il quadro si compone quindi di tre piani verticali consecutivi paralleli di cui i primi due contengono gli apparecchi per l'eccitazione e le correnti a 3000 volt, mentre che il terzo riguarda esclusivamente il servizio a 30,000 volt. Nello spazio sottostante al quadro principale sono disposte le resistenze di campo per le eccitatrici e gli alternatori. Tutti gli apparecchi di misura sono a bassa tensione e quindi tutti sono muniti di appositi trasformatorini di misura.

La corrente trifasica a 3000 volt degli alternatori arriva ad interruttori tripolari ad olio a due direzioni, capaci di mandare la corrente all'uno o all'altro dei due sistemi di sbarre a 3000 volt, dai

Digitized by Google

quali, a mezzo di altri interruttori tripolari ad olio a due direzioni, la corrente è convogliata ai primari dei trasformatori, passando per una serie di interruttori tripolari ad una via. Così per ogni tensione è possibile qualsiasi connessione. La sincronizzazione degli alternatori per la marcia in parallelo è fatta, come al solito, col sistema a lampadine.

Si notano ancora sul quadro degli interruttori automatici a 3000 volt per salvaguardare le macchine dai corti circuiti. La corrente secondaria a 30,000 volt dall'uscita dai trasformatori va, passando per le valvole, ad una serie d'interruttori a coltello a due direzioni, in modo da poter esser ricavata dall'uno o dall'altro dei due sistemi di sbarre comuni a 30,000 volt (fig. 5).

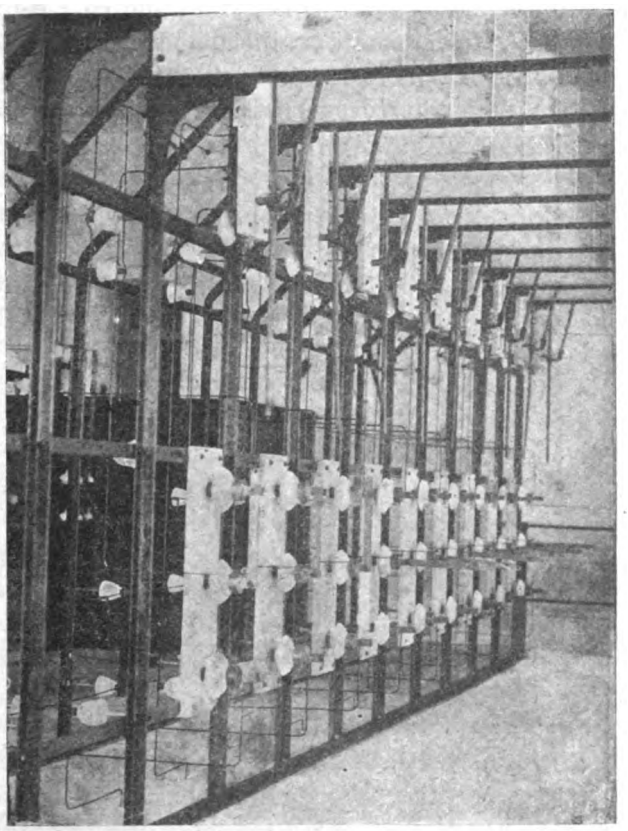


Fig. 5.

Da queste ultime attraverso altra serie d'interruttori a coltello a due direzioni la corrente è lanciata sulla linea protetta da valvole ad alta tensione.

Come apparecchi di misura a 30,000 volt si notano un amperometro registratore sulla fase mediana di ogni linea di uscita ed altro amperometro a lettura diretta che a mezzo di apposito commutatore può essere inserito su una qualunque delle fasi.

I sistemi di sbarre sono muniti, fra ogni attacco di sistema di fili, di opportuni coltelli di sezione.

Le sbarre sono in rame piatto nudo, colorate a seconda dei circuiti e montati sopra isolatori a gola.

Digitized by Google

*
* *

All'uscita delle condutture a 30,000 volt dalla centrale elettrica si trovano installati i scaricatori. Essi sono due: l'uno Gola e l'altro Siemens a corna, collegati fra loro e sopra ogni fase, muniti di resistenze in carbone.

I fili di linea sono in rame elettrolitico nudo da 7 mm. di diametro. Attualmente le linee sono due ed i sei fili, nell'uscire dall'officina, sono disposti parallelamente e nell'istesso piano orizzontale su una lunga trave in ferro sostenuta da due pali a traliccio, agli estremi dei quali trovansi fissati altri due scaricatori Siemens a corna.

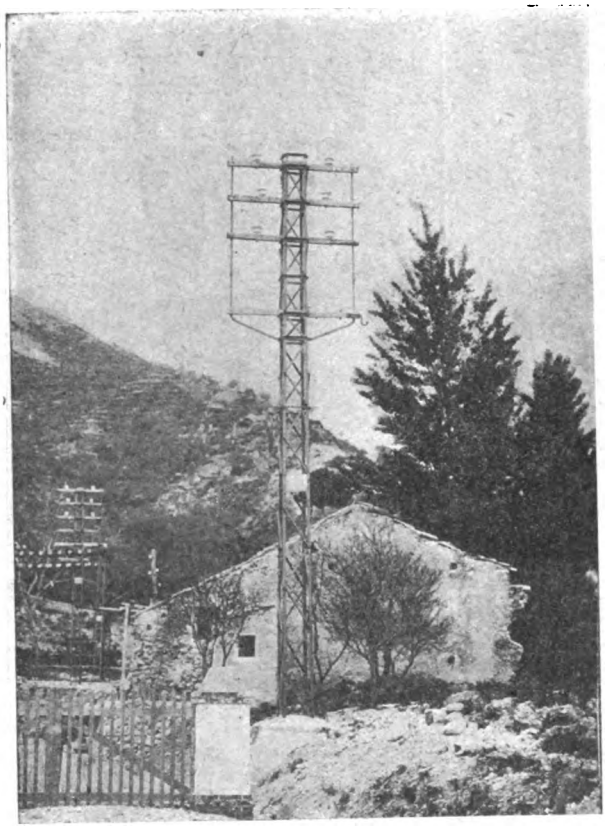


Fig. 6.

Di qui i fili passano sui pali di linea. La palificazione è interamente metallica con pali a graticcio. Essi sono sormontati da tre traverse in legno sulle quali, uno per parte, sono fissati gli isolatori in modo che alla sinistra corre una linea e l'altra a destra del palo. La distanza dei fili fra loro è di 60 centimetri, quella dei pali di 60 metri circa (fig. 6).

La linea ha lo sviluppo di circa 60 km. ed in sei grandi rettifili raggiunge Torre Annunziata.

Il suo tracciato è presso a poco il seguente: da Olevano sul Tusciano, passando nel tenimento di Pontecagnano, tocca le città di Salerno e Vietri, raggiunge Cava dei Tirreni, traversa la linea ferroviaria con un sopra-

Digitized by Google

passaggio e segue la falda Nord del monte Albino, discende poi nella parte piana verso Scafati, proseguendo parallelamente alla ferrovia sino alla sottostazione di trasformazione sita in prossimità della stazione ferroviaria di Torre Annunziata Centrale.

Gl'isolatori di linea sono stati forniti dalla Casa Richard-Ginori e furono provati al potenziale di 80,000 volt.

Il tipo è a doppia campana di un sol pezzo; l'una allungata, l'altra ad ombrello. Essi sono fissati al gambo con litargilio e glicerina.

I parafulmini sono concentrati nella stazione generatrice, in quelle di trasformazione e di sezionamento, in numero più che sufficiente a garantire l'esercizio di tutta la linea.

La giunzione dei fili è eseguita col giunto Hoffmann negli interstizi dei quali si è colato dello stagno. Nel tratto dalla stazione generatrice a Pontecagnano oltre le due linee testè descritte, ne corre sui stessi pali una terza a 3000 volt per animare vari impianti industriali fra cui quello per aratura elettrica nella piana di Salerno dei signori Campione & C.

***

Le sottostazioni di trasformazione sono divise in due piani distinti: in quello inferiore sono situati i trasformatori e in quello superiore gl'interruttori di linea i morsetti di collegamento, parafulmini, valvole, ecc.

All'entrata della linea a 30,000 volt sono istallati parafulmini Siemens a corna con resistenza d'acqua. All'uscita della bassa tensione sono stati adottati scaricatori di tipo variabile a seconda della tensione secondaria.

I trasformatori sono, come ho già accennato, trifasici del tipo Oerlikon senza raffreddamento artificiale; si è però disposto a che, in caso di sopracarico, possa effettuarsi una ventilazione meccanica.

Vi sono attualmente delle sottostazioni installate ed in funzione a Salerno, Fratte di Salerno, Scafati e Torre Annunziata. Prossimamente a Nocera ed a Gragnano ne sorgeranno delle altre.

Digitized by Google

N. 26.

SUI CIRCUITI TELEFONICI AD ATTENUAZIONE COSTANTE

COMUNICAZIONE

fatta dal **dott. G. DI PIRRO** *all'Assemblea Generale di Firenze il 9 ottobre 1905.*

§ 1. Introduzione.

Gli studi di lord Kelvin, di Heaviside, di Vaschy, di Pupin (1), ecc., hanno messo da tempo in luce il processo della propagazione delle lunghe onde elettriche sulle linee telegrafiche e telefoniche.

È ormai noto che se ad una estremità della linea, supposta uniforme, viene impressa una f. e. m. armonica semplice, e si considera lo stato della linea medesima nel periodo di regime, il potenziale e la corrente in un punto qualsiasi sono espressi da funzioni armoniche del tempo, nelle quali però tanto lo spostamento di fase quanto l'ampiezza variano con la distanza del punto che si considera dall'origine.

Se, ad evitare le riflessioni ed a mettere quindi meglio in evidenza le funzioni della sola linea, si fa astrazione dalle costanti degli apparati trasmittente e ricevente, e si suppone la linea indefinita, l'ampiezza I_x della corrente in un punto, posto alla distanza x dall'origine, è:

$$I_x = I_0 e^{-\beta x}$$

dove I_0 è l'ampiezza della corrente all'origine; β la cosiddetta *costante di attenuazione,* la quale dipende dalle costanti del conduttore e dalla frequenza, e cresce con questa; e la base dei logaritmi neperiani.

Poichè, crescendo β, diminuisce la intensità, si ha evidentemente interesse a rendere β piccola, affinchè all'estremità ricevente arrivi la più grande corrente possibile.

Oltre a questa condizione un'altra ve n'ha a cui dovrebbe soddisfare β.

(1) KELVIN, *Mathematical and Phys. Papers.* Vol. II, pag. 61; HEAVISIDE, *Electromagnetic Theory; Electrical Papers;* VASCHY, *Traité d'électricité et de magnétisme;* PUPIN, *Transactions of the American Institute of Electrical Engineer.* 1899-1900.

Digitized by Google

È noto che nella corrispondenza telegrafica o telefonica la f. e. m. impressa non è una funzione armonica semplice del tempo, ma è bensì una funzione armonica complessa, potendosi essa in generale immaginare svolta in serie di Fourier. La intensità in un punto qualsiasi x si può allora esprimere mediante la somma di tanti termini sinusoidali, le cui ampiezze hanno la forma sopra indicata.

Ora, variando β con la frequenza, ne deriva che le componenti dell'armonica complessa si attenuano in modo diverso, spegnendosi maggiormente quelle che hanno frequenza più elevata. Ciò produce una deformazione dei segnali telegrafici ovvero una alterazione del carattere del suono: il che costituisce il fenomeno della *distorsione*.

Si ha evidentemente interesse a rendere nulla la distorsione, e perchè tale nel caso considerato questa possa essere, deve β riuscire indipendente dalla frequenza.

Ben è vero che nella ipotesi in cui la linea è di lunghezza finita, non basta, a causa delle riflessioni, la costanza di β a rendere nulla la distorsione, ma poichè la intensità ed il potenziale si ottengono mediante espressioni, in cui i termini che contengono β finiscono col diventare prevalenti di fronte agli altri, ne risulta che in tal caso la distorsione, se non annullata, verrebbe grandemente diminuita.

Dopo quanto si è detto, si comprende come non sia priva d'importanza la ricerca dei conduttori aventi una attenuazione costante.

Heaviside in diverse classiche memorie ha dimostrato che per il tipo di conduttore adoperato nella pratica vi è un solo caso in cui l'attenuazione è indipendente dalla frequenza, ed è quello per il quale la costante di tempo elettromagnetica $\frac{L}{R}$ è uguale ad $\frac{S}{K}$, che è una delle due costanti di tempo elettrostatiche, essendo R, L, K, S i simboli con cui Heaviside denota la resistenza, l'induttanza, la conduttanza e la capacità per unità di lunghezza del conduttore. Un tale caso definito dalla relazione $\frac{R}{L} = \frac{K}{S}$ si distingue analiticamente dagli altri in ciò, che l'*equazione dei telegrafisti* si può ridurre a quella delle corde vibranti, mentre il conduttore corrispondente gode della importante proprietà fisica di permettere la propagazione senza diffusione.

Ora possiamo domandarci: esistono altri conduttori che abbiano con quello di Heaviside comune la proprietà di attenuare egualmente le onde di frequenza diversa?

Scopo di questa nota si è appunto quello di indicarne alcuni, i quali si presentano allorchè si considera un conduttore più generale

Digitized by Google

di quello che attualmente si adopera nella pratica. Per una comune linea telegrafica o telefonica si suppone che l'isolante sia anti-induttivo e che sia nulla nel conduttore la corrente di polarizzazione, la quale nei metalli è effettivamente trascurabile di fronte alla corrente di conduzione, almeno sino a quando la frequenza delle vibrazioni elettriche si mantiene inferiore a quella delle vibrazioni luminose.

Noi elimineremo queste restrizioni e supporremo che l'isolante sia induttivo e che la corrente di polarizzazione non sia nulla allo scopo di esaminare se il conduttore più generale che ne risulta possegga particolari proprietà che ne facciano desiderare la pratica realizzazione.

Ciò premesso, procediamo a stabilire le equazioni indefinite della propagazione della corrente e del potenziale in un tal conduttore.

§ 2. Equazioni indefinite.

Consideriamo una linea a filo semplice, uniforme e con ritorno a terra. Sia (fig. 1) A l'apparecchio trasmittente, B l'apparecchio ricevente. Supponiamo che un elemento ab della linea sia costituito

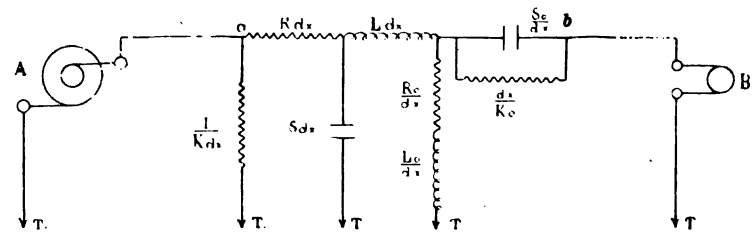


Fig. 1.

da una resistenza Rdx in serie con una induttanza Ldx e con un condensatore che, per maggior generalità, supporremo shuntato, di capacità $\frac{S_0}{dx}$ e di conduttanza $\frac{K_0}{dx}$. Inoltre su questo elemento siano applicati in derivazione un condensatore shuntato di capacità Sdx e di conduttanza Kdx, ed una resistenza $\frac{R_0}{dx}$ in serie con una induttanza $\frac{L_0}{dx}$.

I simboli R, L, K, S rappresentano la resistenza, l'induttanza, la conduttanza e la capacità per unità di lunghezza del conduttore quando questo si immagina identico a quello che viene adoperato

Digitized by Google

nella pratica; R_0, L_0 la resistenza e l'induttanza per unità di lunghezza relative al nuovo isolante, che s'immagina aggiunto a quello già esistente di conduttanza K; K_0 S_0 la conduttanza e la capacità per unità di lunghezza relative ai condensatori shuntati che s'immaginano distribuiti uniformemente in serie attraverso il conduttore.

Come si scorge la nostra linea è ora tale che in ogni suo elemento infinitesimo è incluso un condensatore di capacità e di conduttanza infinite (tale sarebbe un condensatore piano di spessore infinitesimo) ed è derivato un rocchetto di resistenza ed induttanza pure infinite. Tutti i rocchetti risultano riuniti in derivazione e tutti i condensatori in serie, per modo che le introdotte nuove costanti relative a tutta la linea di lunghezza l saranno $\frac{R_0}{l}$, $\frac{L_0}{l}$, $\frac{K_0}{l}$, $\frac{S_0}{l}$ mentre le antiche sono Rl, Ll, Kl, Sl.

Indichiamo con V ed I, con $V+dV$, $I+dI$ il potenziale rispetto alla terra e la intensità nei punti a e b. Ritenendo valide per l'elemento ab le note formule che si applicano nel caso di resistenze, induttanze e capacità localizzate si ha

$$V-(V+dV)=Rdx\,.\,I+Ldx\,.\,\frac{dI}{dt}+dV^0,$$

ossia

$$-\frac{dV}{dx}=RI+L\frac{dI}{dt}+\frac{dV^0}{dx} \qquad [1]$$

essendo dV^0 la differenza di potenziale fra le armature del condensatore di capacità $\frac{S_0}{dx}$.

E poichè per tale condensatore la intensità della corrente totale, uguale per la legge di continuità ad I, è la somma della corrente di conduzione e della corrente di spostamento, così si avrà

$$I=\frac{K_0}{dx}dV^0+\frac{S_0}{dx}\frac{d}{dt}dV^0$$

ossia

$$I=K_0\frac{dV^0}{dx}+S_0\frac{d}{dt}\left(\frac{dV^0}{dx}\right) \qquad [2]$$

Daltra parte la differenza fra la intensità della corrente in a e quella in b, ossia

$$I-(I+dI)=-dI$$

è uguale, per la legge di continuità, alla somma delle correnti derivate dall'elemento ab.

Digitized by Google

Ora tali correnti sono:

1° quella che è derivata nella resistenza anti-induttiva di isolamento $\frac{1}{Kdx}$, e che è uguale a

$$\frac{V}{\frac{1}{Kdx}} = Kdx \,.\, V$$

2° quella di spostamento, che attraversa il condensatore di capacità Sdx e che è:

$$Sdx \frac{dV}{dt}$$

3° l'altra che attraversa la resistenza induttiva di costanti $\frac{R_0}{dx}, \frac{L_0}{dx}$ e che indicheremo con dI^0.

Perciò si avrà

$$-dI = Kdx \,.\, V + Sdx \,.\, \frac{\partial V}{\partial t} + dI^0$$

o meglio

$$-\frac{\partial I}{\partial x} = KV + S\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial I^0}{\partial x} \qquad [1']$$

La corrente I^0 soddisferà evidentemente all'equazione

$$V = \frac{R_0}{dx} \,.\, dI^0 + \frac{L_0}{dx}\frac{\partial}{\partial t} dI^0$$

che si può scrivere

$$V = R_0 \frac{\partial I^0}{\partial x} + L_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial I^0}{\partial x}\right) \qquad [2']$$

Si ha così il sistema seguente costituito dalle equazioni [1] [1'] [2] [2']:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial V}{\partial x} &= RI + L\frac{\partial I}{\partial t} + \frac{\partial V^0}{\partial x} \\ I &= K_0 \frac{\partial V^0}{\partial x} + S_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial V^0}{\partial x}\right) \\ -\frac{\partial I}{\partial x} &= KV + S\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial I^0}{\partial x} \\ V &= R_0 \frac{\partial I^0}{\partial x} + L_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial I^0}{dx}\right) \end{aligned}\right| \qquad [3]$$

Digitized by Google

Potremmo invece della linea a filo semplice considerare una linea a doppio filo (fig. 2).

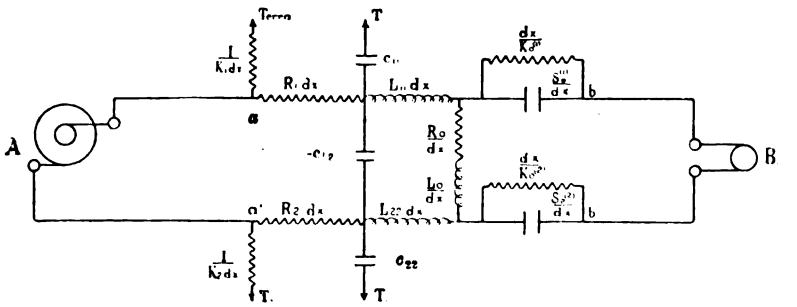


Fig. 2.

Indichiamo con

$$v_1 \; i_1 \; v_1^0 \; i_1^0$$
$$v_2 \; i_2 \; v_2^0 \; i_2^0$$

i potenziali e le intensità relativi ai due fili 1 e 2 in quei punti, che sono alla stessa distanza x dall'origine; con L_{11} L_{22} L_{12} i coefficienti d'induzione elettromagnetica, con c_{11} c_{22} c_{12} i coefficienti di induzione elettrostatica per unità di lunghezza, con R_1 K_1 $K_0^{(1)}$ $S_0^{(1)}$ R_2 K_2 $K_0^{(2)}$ $S_0^{(2)}$ grandezze analoghe alle R K K_0 S_0 del sistema [5]. Notando che la f. e. m. d'induzione per unità di lunghezza del conduttore 1 è

$$-\frac{\partial}{\partial t}(L_{11}\, i_1 + L_{12}\, i_2)$$

e che la carica per unità di lunghezza è

$$c_{11}\, v_1 + c_{12}\, v_2$$

e quindi la corrente di spostamento è,

$$c_{11}\frac{\partial v_1}{\partial t} + c_{12}\frac{\partial v_2}{\partial t}$$

si potranno scrivere per il conduttore 1 le equazioni

$$\frac{\partial v_1}{\partial x} = R_1\, i_1 + L_{11}\frac{\partial i_1}{\partial t} + L_{12}\frac{\partial i_2}{\partial t} + \frac{\partial v_1^0}{\partial x}$$

$$i_1 = K_0^{(1)}\frac{\partial v_1^0}{\partial x} + S_0^{(1)}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial v_1^0}{\partial x}\right)$$

$$-\frac{\partial i_1}{\partial x} = K_1\frac{\partial v_1}{\partial x} + c_{11}\frac{\partial v_1}{\partial t} + c_{12}\frac{\partial v_2}{\partial t} + \frac{\partial i_1^0}{\partial x}$$

Digitized by Google

Un analogo sistema si avrà per il conduttore 2.

Supponendo ora uguali i due conduttori si avrà

$$R_1 = R_2 = r \quad ; \quad L_{11} = L_{22} = l \quad ; \quad c_{11} = c_{22} = c \quad ; \quad K_1 = K_2 = K$$

$$K_0^{(1)} = K_0^{(2)} = K_0 \quad ; \quad S_0^{(1)} = S_0^{(2)} = S_0$$

In tale ipotesi, a cagione della simmetria del circuito, sarà

$$v_1 = -v_2 = v \qquad i_1 = -i_2 = i$$

$$v_1^0 = -v_2^0 = v^0 \qquad i_1^0 = -i_2^0 = i^0$$

Il sistema precedente potrà quindi scriversi:

$$-\frac{\partial v}{\partial x} = ri + (l - L_{12})\frac{\partial i}{\partial t} + \frac{\partial v^0}{\partial x}$$

$$i = K_0 \frac{\partial v^0}{\partial x} + S_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial v^0}{\partial x}\right)$$

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = K\frac{\partial v}{\partial x} + (c - c_{12})\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial i^0}{\partial x}$$

Cangiando v in $-v$, i in $-i$, v^0 in $-v^0$, i^0 in $-i^0$ si ottiene per il conduttore 2 il sistema analogo al precedente.

Sottraendo dal 1° il 2° sistema, si otterrà

$$-\frac{\partial (2v)}{\partial x} = 2ri + 2(l - L_{12})\frac{\partial i}{\partial t} + \frac{\partial (2v^0)}{\partial x}$$

$$2i = K_0 \frac{\partial (2v^0)}{\partial x} + S_0 \frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{\partial (2v^0)}{\partial x}\right]$$

$$-2\frac{\partial i}{\partial x} = K\frac{\partial (2v)}{\partial x} + (c - c_{12})\frac{\partial (2v)}{\partial t} + 2\frac{\partial i^0}{\partial x},$$

a cui dovrà aggiungersi l'equazione

$$2v = R_0 \frac{\partial i^0}{\partial x} + L_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial i^0}{\partial x}\right)$$

la quale esprime la legge di propagazione attraverso la resistenza induttiva di costanti $\frac{R_0}{dx}, \frac{L_0}{dx}$.

Digitized by Google

Poniamo ora

$$2v = V \;\; ; \;\; i = I \;\; ; \;\; 2v^0 = V^0 \;\; ; \;\; i^0 = I^0$$

$$2r = R \;\; ; \;\; 2(l - L_{12}) = L \;\; ; \;\; \frac{k}{2} = K \;\; ; \;\; \frac{1}{2}(c - c_{12}) = S$$

$$\frac{k_0}{2} = K_0 \; ; \; \frac{s^0}{2} = S_0 \; .$$

Con ciò il sistema formato dalle ultime quattro equazioni coincide col sistema [3], il quale adunque vale anche nel caso del circuito a doppio filo, purchè a V si dia il significato di differenza di potenziale fra due punti simmetrici rispetto all'origine, e ad R, $L \ldots$ il significato sopra indicato.

Si vedrà in seguito come i conduttori innanzi considerati possano realizzarsi. Intanto osserviamo che il sistema [3] contiene come caso particolare quello ben noto:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial V}{\partial x} &= RI + L\frac{\partial I}{\partial t} \\ -\frac{\partial I}{\partial x} &= KV + S\frac{\partial V}{\partial t} \end{aligned}\right\} \qquad [4]$$

§ 3. **Richiamo di alcune formule fondamentali.**

Giunti a questo punto conviene, per la intelligenza di quanto si dovrà dire in appresso, richiamare alcune formole importanti che si riferiscono al caso comune definito dal sistema [4].

Come si sa, se ad una estremità della linea s'imprime una f. e. m. armonica semplice, si generano oscillazioni forzate ed oscillazioni libere, di cui le prime definiscono il periodo di regime e le altre il periodo variabile.

Volendo limitarci allo studio del periodo di regime, osserviamo che, se la f. e. m. impressa è della forma

$$e = E_0 \cos pt = \text{parte reale di } E_0 e^{ipt}$$

dove E_0 è l'ampiezza, $p = 2\pi n$, essendo n la frequenza, t il tempo $i = \sqrt{-1}$, le oscillazioni forzate si otterranno dal sistema [4] supponendo che I e V siano della forma

$$I = I_x e^{ipt}$$

$$V = V_x e^{ipt}$$

in cui I_x e V_x si suppongono funzioni della sola x.

Digitized by Google

Il sistema [4] ci dà allora

$$\left.\begin{aligned} -\frac{dV_x}{dx} &= (R + Lip)\, I_x \\ -\frac{dI_x}{dx} &= (K + Sip)\, V_x \end{aligned}\right\} \qquad [5]$$

Derivando rispetto ad x si ha

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2 V_x}{dx^2} &= (R + Lip)(K + Sip)\, V_x \\ \frac{d^2 I_x}{dx^2} &= (R + Lip)(K + Sip)\, I_x \end{aligned}\right\} \qquad [6]$$

Si trova così una medesima equazione, a cui debbono soddisfare I_x e V_x, le cui espressioni saranno in generale complesse. Le parti reali costituiranno le soluzioni richieste.

Se ora poniamo

$$(R + Lip)\,(K + Sip) = -(\alpha + i\beta)^2 = -m^2$$

si ottiene, integrando la 1ª del sistema [6], l'espressione

$$V_x = Ae^{imx} + Be^{-imx}$$

ove A e B sono costanti arbitrarie.

Essendo poi, per la 1ª del sistema [5],

$$I_x = -\frac{1}{R + Lip}\frac{dV_x}{dx},$$

si otterrà pure sostituendo, per V_x l'espressione trovata,

$$I_x = \frac{im}{R + Lip}\left(-Ae^{imx} + Be^{-imx}\right)$$

od anche ponendo, $m = \alpha + i\beta = (R + ipL)^{\frac{1}{2}}(K + ipS)^{\frac{1}{2}}$, $i = e^{i\frac{\pi}{2}}$

$$I_x = \left(\frac{K + ipS}{R + ipL}\right)^{\frac{1}{2}}\left[Ae^{i\left(mx - \frac{\pi}{2}\right)} + Be^{-i\left(mx - \frac{\pi}{2}\right)}\right]$$

Osserviamo ora che

$$\frac{K + ipS}{R + ipL} = \frac{\sqrt{K^2 + p^2 S^2}}{\sqrt{R^2 + p^2 L^2}}\, e^{i\varphi}$$

Digitized by Google

dove 2ψ è l'argomento del numero complesso:

$$\frac{K+ipS}{R+ipL}.$$

Per conseguenza:

$$\left(\frac{K+ipS}{R+ipL}\right)^{\frac{1}{2}}=\left(\frac{K^2+p^2S^2}{R^2+p^2L^2}\right)^{\frac{1}{4}}e^{i\psi},$$

e perciò si avrà

$$I_x=\left(\frac{K^2+p^2S^2}{R^2+p^2L^2}\right)^{\frac{1}{4}}\left[Ae^{i(mx+\psi-\frac{\pi}{2})}+Be^{-i(mx-\psi-\frac{\pi}{2}}\right]$$

Ricordando che si è posto

$$I=I_xe^{ipt}$$

$$V=V_xe^{ipt},$$

si ottiene:

$$V=Ae^{-\beta x}.e^{i(pt+\alpha x)}+Be^{\beta x}e^{i(pt-\alpha x)}$$

la cui parte reale che indicheremo ancora con V è

$$V=Ae^{-\beta x}\cos(pt+\alpha x)+Be^{\beta x}\cos(pt-\alpha x) \qquad [7]$$

Analogamente per I otterremo

$$I=\left(\frac{K^2+p^2S^2}{R^2+p^2L^2}\right)^{\frac{1}{4}}\left[Ae^{-\beta x}\cos\left(pt+\alpha x+\psi-\frac{\pi}{2}\right)+\right.$$
$$\left.+Be^{\beta x}\cos\left(pt-\alpha x+\psi+\frac{\pi}{2}\right)\right] \qquad [7']$$

Le formule [7] e [7'] ci danno il potenziale e l'intensità in ogni istante e per ogni punto del conduttore. Esse ci rappresentano due onde armoniche smorzate, le di cui ampiezze decrescono per la 1ª dall'origine verso l'estremità opposta, per la 2ª da questa estremità verso l'origine.

La lunghezza d'onda λ si calcolerà facilmente, osservando che l'argomento del coseno che compare nelle [7] e [7'] deve accrescersi di 2π quando al posto di x poniamo $x+\lambda$; per cui, avendosi così $\alpha(x+\lambda)-\alpha x=2\pi$, ne risulta

$$\lambda=\frac{2\pi}{\alpha}$$

Digitized by Google

La velocità v di propagazione dei nodi è data dalla formula $\lambda = vT$, dove $T = \frac{1}{n}$ = periodo; per cui $v = n\lambda = \frac{2\pi n}{\alpha} = \frac{p}{\alpha}$

Le due costanti α β, che hanno un significato fisico ben definito, si sogliono chiamare, la 1ª costante della lunghezza d'onda o della velocità, la 2ª costante di attenuazione.

Le loro espressioni si ottengono facilmente dalla relazione sopra stabilita

$$(\alpha + i\beta)^2 = (R + ipL)(K + ipS)$$

Da questa infatti si trae:

$$\alpha^2 - \beta^2 = RK - p^2LS$$
$$2\alpha\beta = p(LK + RS)$$

Quadrando e sommando si otterrà l'espressione di $\alpha^2 + \beta^2$, e quindi

$$\begin{matrix} 2\beta^2 \\ 2\alpha^2 \end{matrix} = \sqrt{(R^2 + p^2L^2)(K^2 + p^2S^2)} \pm (RK - p^2LS)$$

Le costanti arbitrarie A e B che compaiono nelle [7] e [7'] si possono determinare assegnando le condizioni agli estremi.

Consideriamo il caso di una linea di lunghezza l, di cui un estremo è a terra, e l'altro estremo in connessione con un polo di un alternatore, di cui l'altro polo è a terra.

Le condizioni agli estremi sono:

$$V = E_0 e^{ipt} \text{ per } x = 0$$
$$V = 0 \quad \text{» } x = l$$

La equazione

$$V = \left(Ae^{imx} + Be^{-imx}\right)e^{ipt}$$

ci dà

$$A + B = E_0$$
$$Ae^{iml} + Be^{-iml} = 0\,,$$

da cui traesi

$$A = E_0 \frac{e^{-iml}}{e^{-iml} - e^{iml}} \quad , \quad B = -E_0 \frac{e^{iml}}{e^{-iml} - e^{iml}}$$

Digitized by Google

Si avrà quindi

$$V = \frac{E_0 e^{ipt}}{e^{-iml} - e^{iml}} \left(e^{im(x-l)} - e^{-im(x-l)} \right)$$

ossia, ponendo $\xi = l - x$, e sviluppando

$$V = \frac{E_0 e^{ipt} \left[e^{\beta\xi} (\cos \alpha\xi - i \operatorname{sen} \alpha\xi) - e^{-\beta\xi} (\cos \alpha\xi + i \operatorname{sen} \alpha\xi) \right]}{e^{\beta l} (\cos \alpha l - i \operatorname{sen} \alpha l) - e^{-\beta l} (\cos \alpha l + i \operatorname{sen} \alpha l)}$$

Ora il modulo del numeratore è:

$$E_0 \sqrt{\left(e^{\beta\xi} \cos \alpha\xi - e^{-\beta\xi} \cos \alpha\xi \right)^2 + \left(e^{\beta\xi} \operatorname{sen} \alpha\xi + e^{-\beta\xi} \operatorname{sen} \alpha\xi \right)^2} =$$

$$= E_0 \sqrt{e^{2\beta\xi} + e^{-2\beta\xi} - 2 \cos 2\alpha\xi}$$

Il modulo del denominatore è:

$$\sqrt{e^{2\beta l} + e^{-2\beta l} - 2 \cos 2\alpha l}$$

Indicando con φ l'argomento della espressione complessa V, si otterrà per la parte reale di questa che chiameremo ancora V

$$V = \frac{E_0 \left[e^{2\beta\xi} + e^{-2\beta\xi} - 2 \cos 2\alpha\xi \right]^{\frac{1}{2}}}{\left[e^{2\beta l} + e^{-2\beta l} - 2 \cos 2\alpha l \right]^{\frac{1}{2}}} \cos (pt - \varphi)$$

dove φ sarà una funzione di ξ.

Allo stesso modo, essendosi trovato

$$I = \frac{im}{R + Lip} \left(- Ae^{imx} + Be^{-imx} \right) e^{ipt}$$

si otterrà, sostituendo per A e B i valori sopra calcolati

$$I = - \frac{im E_0}{R + lip} \frac{e^{im(x-l)} + e^{-im(x-l)}}{e^{-iml} - e^{iml}} e^{ipt} =$$

$$= iE_0 e^{ipt} \left(\frac{K + ipS}{R + ipL} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{e^{im\xi} + e^{-im\xi}}{e^{iml} - e^{-iml}}$$

Digitized by Google

Indicando con φ, l'argomento di questa espressione, di cui il modulo, che si può calcolare facilmente, è:

$$E_0\left(\frac{K^2+p^2S^2}{R^2+p^2L^2}\right)^{\frac{1}{4}} \frac{\sqrt{e^{2\beta\xi}+e^{-2\beta\xi}+2\cos 2\alpha\xi}}{\sqrt{e^{2\beta l}+e^{-\beta l}-2\cos 2\alpha l}},$$

si potrà scrivere:

$$I = \frac{E_0}{\left(\frac{R^2+p^2L^2}{K^2+p^2S^2}\right)^{\frac{1}{4}} \frac{\sqrt{e^{2\beta l}+e^{-\beta l}-2\cos 2\alpha l}}{\sqrt{e^{2\beta\xi}+e^{-2\beta\xi}+2\cos 2\alpha\xi}}} \cos(pt-\varphi_1)$$

$$= \frac{E_0}{\rho_\xi}\cos(pt-\varphi_1)$$

La espressione ρ_ξ, che è il rapporto fra l'ampiezza della f. e. m. all'origine e quella della corrente in un punto $x = l - \xi$ ha le funzioni di una impedenza

Per $x = l$ $(\xi = o)$ essa diventa

$$\rho_0 = \frac{1}{2}\left(\frac{R^2+p^2L^2}{K^2+p^2S^2}\right)^{\frac{1}{4}} \sqrt{e^{2\beta l}+e^{-2\beta l}-2\cos 2\alpha l}$$

che è stata denominata da Heaviside impedenza della linea, e che dovrebbe nella mente degli specialisti rimpiazzare le grandezze analoghe che si riferiscono a resistenze, induttanze e capacità localizzate.

Essa è una funzione della frequenza, che compare esplicitamente nel fattore $\left(\frac{R^2+p^2L^2}{K^2+p^2S^2}\right)^{\frac{1}{4}}$ ed implicitamente in α e β.

Se ρ_0 è indipendente dalla frequenza, le ampiezze delle correnti relative alle componenti della f. e. m. armonica complessa sono tutte eguali, e perciò la distorsione prodotta dalla linea è nulla.

Nella ipotesi poi in cui ρ soltanto è indipendente dalla frequenza, la distorsione non è nulla; ma siccome β compare nell'esponenziale $e^{\beta l}$, che in molti casi è prevalente di fronte agli altri termini, così la distorsione si può ritenere praticamente trascurabile.

Digitized by Google

§ 4. Conduttore più generale.

Passiamo ora a stabilire le formole relative alle oscillazioni forzate nel conduttore definito dal sistema [3].

Supponiamo che la f. e. m. impressa sia, come nel paragrafo precedente, della forma $E_0 e^{ipt}$, e poniamo

$$V = V_x e^{ipt}$$
$$I = I_x e^{ipt}$$
$$V^0 = V_x^0 e^{ipt}$$
$$I^0 = I_x^0 e^{ipt}$$

Sostituendo nelle [3] si otterrà

$$\left.\begin{aligned} -\frac{dV_x}{dx} &= (R + Lip) I_x + \frac{dV_x^0}{dx} \\ I_x &= (K_0 + S_0 ip) \frac{dV_x^0}{dx} \\ -\frac{dI_x}{dx} &= (K + Sip) V_x + \frac{dI_x^0}{dx} \\ V_x &= (R_0 + L_0 ip) \frac{dI_x^0}{dx} \end{aligned}\right\} \qquad [8]$$

in cui V_x, I_x, V_x^0, I_x^0, sono state supposte funzioni della sola x.

Portando nella 1ª e 3ª del sistema [8] i valori di I_x e V_x desunti dalla 2ª e 4ª otterremo

$$\left.\begin{aligned} -\frac{dV_x}{dx} &= \left(R + Lip + \frac{1}{K_0 + ipS_0}\right) I_x \\ -\frac{dI_x}{dx} &= \left(K + Sip + \frac{1}{R_0 + ip L_0}\right) V_x \end{aligned}\right\} \qquad [9]$$

che si possono anche scrivere:

$$-\frac{dV_x}{dx} = \left[R + \frac{K_0}{K_0^2 + p^2 S_0^2} + ip\left(L - \frac{S_0}{K_0^2 + p^2 S_0^2}\right)\right] I_x$$
$$-\frac{dI_x}{dx} = \left[K + \frac{R_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2} + ip\left(S - \frac{L_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2}\right)\right] V_x$$

Digitized by Google

Poniamo:

$$\left.\begin{aligned} R' &= R + \frac{K_0}{K_0^2 + p^2 S_0^2} \\ L' &= L - \frac{S_0}{K_0^2 + p^2 S_0^2} \\ K' &= K + \frac{R_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2} \\ S' &= S - \frac{L_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2} \end{aligned}\right\} \qquad [10]$$

Con tali posizioni il sistema precedente potrà scriversi:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{dV_x}{dx} &= (R' + L' ip)\, I_x \\ -\frac{dI_x}{dx} &= (K' + S' ip)\, V_x \end{aligned}\right\} \qquad [11]$$

il quale è formalmente identico al sistema [5]; di guisa che tutte le formole trovate nel paragrafo precedente valgono ancora nel caso generale, purchè le costanti $R\,L\,K\,S$ vengano sostituite dalle $R'\,L'\,K'\,S'$, le quali si potranno chiamare resistenza, induttanza, conduttanza e capacità *effettive*. Le formole [10] ci mostrano poi che l'inclusione dei condensatori e dei rocchetti in un conduttore di costanti $R\,L\,K\,S$ importa un aumento di resistenza e di conduttanza, ed una diminuzione di induttanza e di capacità.

Abbiamo dopo ciò gli elementi per poter ricercare le condizioni che debbono essere verificate perchè la costante di attenuazione sia indipendente dalla frequenza.

§ 5. **Circuiti ad attenuazione costante.**

Come si sa, le costanti α e β sono definite dalla relazione

$$(R' + ipL')\,(K' + ip\,S') = -(\alpha + i\beta)^2$$

ossia

$$\left(R + ipL + \frac{1}{K_0 + ipS_0}\right)\left(K + ipS + \frac{1}{R_0 + ipL_0}\right) = -(\alpha + i\beta)^2$$

Digitized by Google

Indichiamo con $u + iv$ il 1° membro di questa eguaglianza. Avremo

$$u + iv = -(\alpha + i\beta)^2 = -\alpha^2 + \beta^2 - 2i\alpha\beta$$

e quindi

$$\left.\begin{aligned} u &= -\alpha^2 + \beta^2 \\ v &= -2\alpha\beta \end{aligned}\right\} \qquad [12]$$

da cui

$$\beta^2 = u + \alpha^2 = u + \frac{v^2}{4\beta^2}$$

donde rilevasi che, acciò β^2 sia costante, dev'essere $u + \frac{v^2}{4\beta^2}$ indipendente dalla frequenza ed uguale a β^2.

Applichiamo questa semplice osservazione ad alcuni casi particolari

1° Caso.

$$R_0 + ipL_0 = \infty$$
$$K_0 + ipS_0 = \infty$$

Restano a considerarsi soltanto le costanti $R\,L\,K\,S$.
In questo caso

$$u = RK - p^2LS$$
$$v = p\,(LK + RS)$$
$$\beta^2 = u + \frac{v^2}{4\beta^2} = RK - p^2LS + \frac{p^2(LK+RS)^2}{4\beta^2}$$
$$= RK + p^2\left[\frac{(LK+RS)^2}{4\beta^2} - LS\right]$$

Perchè il 2° membro sia indipendente da p dev'essere

$$\frac{(LK+RS)^2}{4\beta^2} - LS = 0$$

e quindi

$$\beta^2 = RK$$

Digitized by Google

da cui

$$\frac{(LK+RS)^2-4RKLS}{4LS}=0$$

ossia

$$(LK-RS)^2=0$$

Affinchè dunque sia β indipendente dalla frequenza è necessario che si abbia

$$\frac{L}{R}=\frac{K}{S},$$

e quindi

$$\beta=\sqrt{RK}$$

È questo il ben noto conduttore modello di Heaviside, sul quale la propagazione avviene senza distorsione.

Il valore di α si trova facilmente osservando che dalla 1ª delle [12] si trae

$$\alpha^2=\beta^2-u=\beta^2-(RK-p^2LS)$$

e quindi, essendo $\beta^2=RK$,

$$\alpha^2=p^2LS$$

$$\alpha=p\sqrt{LS}$$

2° Caso.

$$K_0+ipS_0=\varkappa \quad , \quad R_0+ipL_0=0$$

Si ottiene

$$u+iv=(R+ipL)\left(K+ipS+\frac{1}{R_0+ipL_0}\right)$$

$$=(R+ipL)\left(K+ipS+\frac{R_0-ipL_0}{R_0^2+p^2L_0^2}\right)$$

$$=RK-p^2LS+\frac{RR_0+p^2LL_0}{R_0^2+p^2L_0^2}+ip\left(LK+RS+\frac{LR_0-L_0R}{R_0^2+p^2L_0^2}\right)$$

Digitized by Google

e perciò

$$u = RK - p^2 LS + \frac{RR_0 + p^2 LL_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2}$$

$$v = p\left(LK + RS + \frac{LR_0 - L_0 R}{R_0^2 + p^2 L_0^2}\right)$$

Essendo

$$\frac{v^2}{4\beta^2} = \frac{p^2}{4\beta^2}\left[(LK + RS)^2 + \frac{(LR_0 - L_0 R)^2}{(R_0^2 + p^2 L_0^2)^2} + 2\frac{(LK+RS)(LR_0 - L_0 R)}{R_0^2 + p^2 L_0^2}\right],$$

la uguaglianza

$$\beta^2 = u + \frac{v^2}{4\beta^2}$$

diventa

$$\beta^2 = RK + p^2\left(\frac{LK+RS}{4\beta^2} - LS\right) + \frac{RR_0 + p^2 LL_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2} + \left.\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}\right\}$$
$$+ \frac{\frac{1}{4\beta^2}(LR_0 - L_0 R)^2 p^2}{(R_0^2 + p^2 L_0^2)^2} + \frac{\frac{2}{4\beta^2}(LK + RS)(LR_0 - L_0 R)p^2}{R_0^2 + p^2 L_0^2}\left.\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}\right\} \quad [13]$$

Poniamo per brevità

$$a^2 = \frac{(LR_0 - L_0 R)^2}{4\beta^2}$$

$$b = \frac{2}{4\beta^2}(LK + RS)(LR_0 - L_0 R)$$

Si avrà

$$\beta^2 = RK + p^2\left(\frac{(LK + RS)^2}{4\beta^2} - LS\right) +$$
$$+ \frac{(RR_0 + p^2 LL_0)(R^2_0 + p^2 L^2_0) + a^2 p^2 + bp^2(R^2_0 + p^2 L_0^2)}{(R^2_0 + p^2 L^2_0)^2}$$

Perchè il 2° membro sia indipendente dalla frequenza è necessario che sia

$$\frac{(LK + RS)}{4\beta^2} - LS = 0 \quad [14]$$

Digitized by Google

e che inoltre sieno proporzionali i coefficienti delle medesime potenze di p che compaiono al numeratore ed al denominatore del termine frazionario. In conseguenza di ciò si ha facilmente

$$\frac{L}{L_0}+\frac{b}{L_0^2}=\frac{R}{R_0}=\frac{1}{2}\left(\frac{L}{L_0}+\frac{R}{R_0}+\frac{a^2}{R_0^2L_0^2}+\frac{b}{L_0^2}\right)$$

Sostituendo nell'ultimo membro in luogo di $\frac{L}{L_0}+\frac{b}{L_0^2}$ il suo valore $\frac{R}{R_0}$, risulta immediatamente $a=0$, e quindi $b=0$, ossia

$$\frac{L}{L_0}=\frac{R}{R_0}$$

Indicando con ν^2 il valore comune dei due rapporti, si avrà allora dalla [13]

$$\beta^2=RK+\nu^2$$

E poichè dalla [14] consegue

$$\beta^2=\frac{(LK+RS)^2}{4LS}$$

ne risulta

$$RK+\nu^2=\frac{(LK+RS)^2}{4LS}$$

e quindi

$$\nu^2=\frac{(LK-RS)^2}{4LS}$$

La conclusione di tutto ciò è che, allorquando

$$\frac{R}{R_0}=\frac{L}{L_0}=\frac{(LK-RS)^2}{4LS} \qquad [15]$$

la costante di attenuazione, il cui valore è

$$\beta=\frac{RS+LK}{2\sqrt{LS}}$$

risulta indipendente dalla frequenza.

Digitized by Google

Il calcolo della costante α si esegue facilmente anche in questo caso. Infatti si ha

$$u = R' K' - p^2 L'S'$$

$$= RK + \frac{RR_0 + p^2 LL_0}{R_0^2 + p^2 L_0^2} - p^2 LS$$

e finalmente, in virtù della [15]

$$u = RK + \nu^2 - p^2 LS$$

Ricordando ora che per la 1ª delle [12] è

$$\alpha^2 = \beta^2 - u$$

si avrà

$$\alpha^2 = \beta^2 - RK - \nu^2 + p^2 LS$$

Ma si è trovato $\beta^2 - RK - \nu^2 = 0$, quindi

$$\alpha^2 = p^2 LS$$

$$\alpha = p\sqrt{LS}$$

A proposito di questo caso osserviamo che il prof. Silvanus Thompson propose nel 1893 (1), per rendere possibile la telefonia sui cavi, di shuntare i cavi stessi mediante rocchetti d'induttanza. Ora se noi supponiamo ripartita la totale induttanza su tutta la linea, otteniamo il conduttore definito dalle costanti $R\ L\ K\ S\ R_0\ L_0$, il quale quindi ci si presenta come quello che sarebbe stato realizzato da Thompson qualora la distribuzione dei rocchetti fosse stata fatta in base alle leggi quantitative che saranno enunciate in seguito. Noi intanto possiamo asserire che per un tal tipo di conduttore, la costante di attenuazione sarà costante e quindi la distorsione minima, quando sia verificata la condizione [15]

3° Caso.

$$R_0 + ipL_0 = \infty \qquad K_0 + ipS_0 \neq 0$$

Avendosi

$$u + iv = \left(R + ipL + \frac{1}{K_0 + ipS_0}\right)(K + ipS)$$

(1) Thompson, *Ocean Telephony, Electrical World* (2 settembre 1903); Heaviside, *Electromatic Theory*, pag. 446.

Digitized by Google

questo caso coincide col precedente allorchè si cangia

$$\begin{array}{lll} & RLKS & R_0 L_0 \\ \text{in} & KSRL & K_0 S_0 \end{array}$$

Quindi l'attenuazione non dipenderà dalla frequenza se si avrà

$$\frac{K}{K_0} = \frac{S}{S_0} = \frac{(RS - LK)^2}{4LS}$$

La costante di attenuazione sarà ancora

$$\beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$$

e la costante della velocità

$$\alpha = p\sqrt{LS}$$

4° Caso.

$$R_0 = K_0 = 0 \qquad ; \qquad S_0, L_0 = 0$$

Questo caso si può presentare quando R_0 è trascurabile di fronte a pL_0 e K_0 trascurabile di fronte a pS_0.

Si ha

$$u + iv = \left(R + ipL + \frac{1}{ipS_0}\right)\left(K + ipS + \frac{1}{ipL_0}\right)$$

da cui

$$u = RK + \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0} - \left(p^2 LS + \frac{1}{p^2 L_0 S_0}\right)$$

$$v = p(LK + RS) - \frac{1}{p}\left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)$$

e perciò

$$\beta^2 = u + \frac{r^2}{4\beta^2} = RK + \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0} - \left(p^2 LS + \frac{1}{p^2 L_0 S_0}\right)$$

$$+ \frac{p^2(LK + RS)^2 + \frac{1}{p^2}\left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)^2 - 2(LK + RS)\left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)}{4\beta^2}$$

Digitized by Google

od anche

$$\left.\begin{aligned} \zeta^2 = {} & RK + \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0} - \frac{2(LK+RS)}{4\zeta^2}\left(\frac{R}{L_0}+\frac{K}{S_0}\right) \\ & + p^2\left\{\frac{(LK+RS)}{4\zeta^2} - LS\right\} + \frac{1}{p^2}\left\{\frac{1}{4\zeta^2}\left(\frac{R}{L_0}+\frac{K}{S_0}\right)^2 - \frac{1}{L_0 S_0}\right\} \end{aligned}\right\} \quad [16]$$

Perchè ζ^2 sia indipendente dalla frequenza dev'essere

$$\left.\begin{aligned} \frac{(LK+RS)^2}{4\zeta^2} - LS &= 0 \\ \frac{1}{4\zeta^2}\left(\frac{R}{L_0}+\frac{K}{S_0}\right)^2 - \frac{1}{L_0 S_0} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad [17]$$

La 2ª delle [17] si può scrivere

$$4\zeta^2 = L_0 S_0\left(\frac{R}{L_0}+\frac{K}{S_0}\right)^2$$

ovvero

$$2\zeta = R\sqrt{\frac{S_0}{L_0}} + K\sqrt{\frac{L_0}{S_0}}$$

Poniamo

$$\sqrt{\frac{L_0}{S_0}} = z$$

Avremo con ciò

$$2\zeta = \frac{R}{z} + Kz,$$

ossia:

$$Kz^2 - 2\zeta z + R = 0$$

$$z = \frac{2\zeta \pm \sqrt{4\zeta^2 - 4RK}}{2K} = \frac{\zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - RK}}{K} = \frac{\zeta \pm \nu}{K}$$

dove si è posto

$$\nu^2 = \zeta^2 - RK = \frac{(LK-RS)^2}{4LS}$$

Digitized by Google

Avremo quindi per z due valori

$$z_1 = \frac{\beta + \nu}{K} = \frac{1}{K}\frac{LK}{\sqrt{LS}} = \sqrt{\frac{L}{S}}$$

$$z_2 = \frac{\beta - \nu}{K} = \frac{1}{K}\frac{RS}{\sqrt{LS}} = \frac{R}{K}\sqrt{\frac{S}{L}},$$

che corrisponderanno a due tipi di circuiti distinti.

Esaminiamoli separatamente:

a)
$$z_1 = \sqrt{\frac{L}{S}}$$

ossia
$$\frac{L_0}{S_0} = \frac{L}{S}$$

Dalla espressione scritta precedentemente per β^2 si cava, tenendo conto che i coefficienti di p^2 e di $\frac{1}{p^2}$ sono nulli,

$$\beta^2 = RK + \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0} - 2\frac{LK + RS}{4\beta^2}\left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)$$

ossia, in virtù della condizione $\frac{L}{L_0} = \frac{S}{S_0}$,

$$\beta^2 = RK + 2\frac{S}{S_0} - \frac{2}{S_0}\frac{LK + RS}{4\beta^2}\left(\frac{SR}{L} + K\right)$$

$$\beta^2 - RK = \frac{2}{S_0 L}\left[LS - \frac{(LK + RS)^2}{4\beta^2}\right]$$

ed, a causa della 1ª delle [17],

$$\beta^2 - RK = \frac{0}{S_0 L}$$

che, supponendo $S_0 L \neq 0$, si può scrivere:

$$\beta^2 - RK = 0$$

Digitized by Google

ovvero

$$\frac{(LK + RS)^2}{4LS} - RK = 0$$

$$\frac{(LK - RS)^2}{4LS} = 0$$

$$\frac{L}{S} = \frac{R}{K}$$

Cosicchè infine, tenendo conto della relazione

$$\frac{L_0}{S_0} = \frac{L}{S}$$

si ha

$$\frac{L}{S} = \frac{L_0}{S_0} = \frac{R}{K} \qquad [18]$$

Si ha inoltre

$$\beta = \sqrt{RK}$$

$$\alpha^2 = \beta^2 - u = RK - u = -\frac{L}{L_0} - \frac{S}{S_0} + \left(p^2LS + \frac{1}{p^2L_0S_0}\right)$$

od anche osservando che $\frac{L}{L_0} = \frac{S}{S_0}$,

$$\alpha^2 = p^2LS + \frac{1}{p^2L_0S_0} - 2\frac{S}{S_0}$$

$$\alpha^2 = \left(p\sqrt{LS} - \frac{1}{p\sqrt{L_0S_0}}\right)^2,$$

e quindi

$$\pm\alpha = p\sqrt{LS} - \frac{1}{p\sqrt{L_0S_0}}$$

od, in virtù delle [17]

$$\pm\alpha = \frac{pL}{\sqrt{\frac{R}{K}}} - \frac{\sqrt{\frac{R}{K}}}{pL_0}$$

È notevole la forma di α, che è diversa da quella trovata nei casi precedenti. Si scorge che il suo valore si può far variare a piaci-

Digitized by Google

mento, attribuendo opportuni valori ad L_0, pur lasciando inalterati i valori di $R\,L\,K\,S$ e quindi della costante β. Con ciò la lunghezza d'onda $= \frac{2\pi}{\alpha}$ varierà con L_0.

b) Consideriamo infine il caso corrispondente alla radice

$$z_2 = \frac{R}{K}\sqrt{\frac{S}{L}}$$

ossia

$$\frac{L_0}{S_0} = \frac{R^2}{K^2}\frac{S}{L}$$

Dalla [16] si trae, osservando che i coefficienti di p^2 e di $\frac{1}{p^2}$ sono nulli,

$$\beta^2 - RK = \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0} - 2\,\frac{(LK + RS)}{4\beta^2}\left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)$$

e, tenendo ragione della relazione precedente,

$$\beta^2 - RK = \frac{1}{L_0}\left(L + \frac{R^2S^2}{K^2L}\right) - \frac{1}{L_0}\,\frac{2(LK + RS)}{4\beta^2}\left(R + \frac{R^2S}{KL}\right)$$

$$(\beta^2 - RK)\,L_0 = \frac{K^2L^2 + R^2S^2}{K^2L} - \frac{2\,RK\,(KL + RS)^2}{4\beta^2 . K^2L}$$

Ricordando che

$$\beta^2 - RK = \frac{(LK + RS)^2}{4LS}$$

$$\frac{(KL + RS)^2}{4\beta^2} = LS$$

si ha infine

$$\frac{(LK - RS)^2}{4LS} \cdot L_0 = \frac{(KL - RS)^2}{K^2L}$$

Supponendo $KL - RS \neq 0$ (se $KL - RS = 0$ si ricade nel caso precedente), si ha:

$$L_0 = \frac{4\,S}{K^2}$$

Digitized by Google

e quindi

$$S_0 = \frac{4L}{R^2}$$

La costante β si ottiene dalla prima delle [17] ed è:

$$\beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$$

Per la costante α si ha al solito:

$$\alpha^2 = \beta^2 - u = \frac{(LK+RS)^2}{4LS} - RK + \left(p^2 LS + \frac{1}{p^2 L_0 S_0}\right) - \left(\frac{LK^2}{4S} + \frac{SR^2}{4L}\right)$$

$$\alpha^2 = \frac{(LK-RS)^2}{4LS} - \frac{L^2K^2 + R^2S^2}{4LS} + p^2 LS + \frac{1}{p^2 L_0 S_0}$$

$$\alpha^2 = p^2 LS + \frac{R^2K^2}{16\,LS\,p^2} - \frac{RK}{2} = \left(p\sqrt{LS} - \frac{RK}{4\sqrt{LS}}\cdot\frac{1}{p}\right)^2$$

$$\pm\alpha = p\sqrt{LS} - \frac{RK}{4\sqrt{LS}}\cdot\frac{1}{p}$$

Abbiamo così trovato che vi sono altri quattro casi, oltre quello di Heaviside, in cui la costante di attenuazione è indipendente dalla frequenza.

Per qnanto si riferisce alla epressione della impedenza della linea

$$\rho = \frac{1}{2}\left(\frac{R^2 + p^2L^2}{K^2 + p^2S^2}\right)^{\frac{1}{4}} \sqrt{e^{2\beta l} + e^{-2\beta l} - 2\cos 2\alpha l}$$

è da notare che il primo fattore è indipendente dalla frequenza nel 1° e nel 4° caso (tipo *a*); mentre il 2° fattore si comporta egualmente rispetto alla frequenza nei primi tre casi, essendo α per tutti eguale a $p\sqrt{LS}$, ma varia nel 4° caso (tipi *a*, *b*), a causa della diversa forma di α.

Digitized by Google

§ 6. Forme particolari assunte dalle equazioni di propagazione nei casi studiati.

1° CASO.

$$\frac{R}{L} = \frac{K}{S}$$

Le equazioni indefinite sono:

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial I}{\partial x} = KV + S\frac{\partial V}{\partial t}$$

Derivando la 1ª rispetto ad x e tenendo conto della 2ª si ha:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = LS\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + (RS + LK)\frac{\partial V}{\partial t} + RK \cdot V$$

che è l'*equazione dei telegrafisti*.

Similmente

$$\frac{\partial^2 I}{\partial x^2} = LS\frac{\partial^2 I}{\partial t^2} + (RS + LK)\frac{\partial I}{\partial t} + RK \cdot I$$

Tali equazioni, ponendo $\frac{R}{L} = \frac{K}{S} = \mu$ assumono la forma:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = LS\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + 2\mu\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \mu^2\varphi\right) \qquad 19]$$

dove φ può rappresentare o V od I.

Trasformiamo ora l'equazione, mediante la sostituzione

$$\varphi = e^{-\mu t}\psi(xt)$$

Si ha

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = e^{-\mu t}\frac{\partial \psi}{\partial t} - \mu e^{-\mu t}\psi$$

Digitized by Google

e quindi

$$2\mu\frac{\partial\varphi}{\partial t} = 2\mu e^{-\mu t}\frac{\partial\psi}{\partial t} - 2\mu^2 e^{-\mu t}\psi$$

Inoltre

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = e^{-\mu t}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - 2\mu e^{-\mu t}\frac{\partial\psi}{\partial t} + \mu^2 e^{-\mu t}\psi$$

Sostituendo si trova

$$\mu^2\varphi + 2\mu\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = e^{-\mu t}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}$$

D'altra parte

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} = e^{-\mu t}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}$$

Si avrà perciò

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = LS\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}$$

che è la nota equazione delle corde vibranti.

Il suo integrale generale è:

$$\psi = f_1(x - vt) + f_2(x + vt)$$

dove $v = \frac{1}{\sqrt{LS}}$

Si otterrà infine

$$\varphi = e^{-\mu t}\psi = e^{-\frac{R}{L}t}\left[f_1(x - vt) + f_2(x + vt)\right]$$

donde si conclude che φ si compone di due onde: una $e^{-\frac{Rt}{L}}f(x - vt)$, che inizialmente ($t = 0$) è rappresentata da $f_1(x)$, e che cammina con velocità v, nel senso in cui cresce x, attenuandosi, ma conservandosi, nella forma, sempre uguale a sè stessa; l'altra, rappresentata inizialmente da $f_2(x)$ che si muove in senso contrario e si attenua come la precedente.

Le onde si propagano con attenuazione, ma senza *distorsione;* e, poichè esse si trasportano integralmente senza lasciare indietro

Digitized by Google

nessuno strascico, si può anche dire che si propagano senza *diffusione*. Tutto ciò distingue il conduttore speciale che studiamo da quello per il quale le costanti R, L, K, S sono arbitrarie.

2° Caso.

$$\frac{R}{R_0} = \frac{L}{L_0} = \frac{(LK - RS)^2}{4LS} = \nu^2$$

Il sistema [3] diventa

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial I}{\partial x} = KV + S\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial I^0}{\partial x}$$

$$\nu^2 V = R\frac{\partial I^0}{\partial x} + L\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial I^0}{\partial x}\right)$$

dalle quali otteniamo sostituendo nella 3ª il valore di $\frac{dI^0}{dx}$ tratto dalla 2ª

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t}$$

$$-\nu^2 V = \frac{\partial}{\partial x}\left(RI + L\frac{\partial I}{\partial t}\right) + RKV + (RS + LK)\frac{\partial V}{\partial t} + LS\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

ossia, derivando rispetto ad x la prima e facendo le sostituzioni nella 2ª

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = (RK + \nu^2)V + (RS + LK)\frac{\partial V}{\partial t} + LS\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

Si ha così una equazione differenziale del 2° ordine, cui soddisfa V, mentre per le funzioni I ed I_0 si otterrebbero, come è facile verificare, equazioni nel 3° ordine.

L'ultima equazione, essendo

$$RK + \nu^2 = \gamma^2$$

$$RS + LK = 2\gamma\sqrt{LS},$$

Digitized by Google

si può scrivere:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = LS\left[\left(\frac{\beta}{\sqrt{LS}}\right)^2 V + 2\frac{\beta}{\sqrt{LS}}\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}\right]$$

che è della stessa forma della [19].

Si avrà perciò

$$V = e^{-\frac{\beta}{\sqrt{LS}}t}\left[f_1(x - vt) + f_2(x + vt)\right]$$

ossia

$$V = e^{-\frac{RS + LK}{2LS}t}\left[f_1(x - vt) + f_2(x + vt)\right]$$

Ottenuta V, si possono trovare le espressioni delle intensità I ed I^0, ma sarebbe facile mostrare che esse non possono assumere la forma della V, come avveniva per la intensità nel conduttore del 1° caso.

Adunque il *solo potenziale* si propaga ora senza *distorsione* e senza *diffusione*.

3° Caso.

$$\frac{K}{K_0} = \frac{S}{S_0} = \frac{(KL - RS)^2}{4LS} = \nu^2$$

In questo caso il sistema [3] si riduce a:

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t} + \frac{\partial V^0}{\partial x}$$

$$\nu^2 I = K\frac{\partial V^0}{\partial x} + S\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial V^0}{\partial x}$$

$$-\frac{\partial I}{\partial x} = KV + S\frac{\partial V}{\partial t}$$

Osserviamo che questo sistema coinciderà col sistema discusso nel caso precedente, allorquando per

$$V \quad I \quad I^0 \quad R \quad L \quad K \quad S$$

si sostituiscano

$$I \quad V \quad V^0 \quad K \quad S \quad R \quad L$$

Digitized by Google

Per conseguenza tutte le formule trovate nel caso precedente valgono ora quando si effettui il cangiamento indicato, e quindi I, e non V, assumerà la forma

$$I = e^{-\frac{LK+RS}{2LS}t}\left[f_1(x-vt)+f_2(x+vt)\right],$$

la quale permette di concludere che, nel caso in discussione, la *sola corrente* si propaga senza *distorsione* e senza *diffusione*.

4° Caso.

Il sistema [3] essendo $R_0 = K_0 = 0$ si trasforma intanto nel seguente:

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = RI + L\frac{\partial I}{\partial t} + V_1$$

$$I = S_0\frac{\partial V_1}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial I}{\partial x} = KV + S\frac{\partial V}{\partial t} + I_1$$

$$V = L_0\frac{\partial I_1}{\partial t}$$

dove si è posto

$$V_1 = \frac{\partial V^0}{\partial x}\ ,\ I_1 = \frac{\partial I^0}{\partial x}$$

Derivando la 1ª e la 3ª rispetto a t, e sostituendo per $\frac{\partial V_1}{\partial t}$ e per $\frac{\partial I_1}{\partial t}$ i valori tratti dalla 2ª e dalla 4ª si trae:

$$-\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial t} = R\frac{\partial I}{\partial t} + L\frac{\partial^2 I}{\partial t^2} + \frac{I}{S_0}$$

$$-\frac{\partial^2 I}{\partial x\,\partial t} = K\frac{\partial V}{\partial t} + S\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + \frac{V}{L_0}$$

Digitized by Google

Derivando la 1ª rispetto ad x e t, sostituendo per $\frac{\partial^2 I}{\partial x\,\partial t}$ il suo valore tratto dalla 2ª si ottiene una equazione differenziale del 4° ordine nella sola V. Similmente derivando la 2ª rispetto a x e t, e sostituendo per $\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial t}$ il suo valore tratto dalla 1ª, si ottiene una equazione differenziale del 4° ordine in I. Queste due equazioni differenziali sono *entrambe* eguali alla seguente:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial^4\varphi}{\partial x^2\,\partial t^2} = LS\frac{\partial^4\varphi}{\partial t^4} + (LK+RS)\frac{\partial^3\varphi}{\partial t^3} + \\ + \left(RK + \frac{L}{L_0} + \frac{S}{S_0}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} + \left(\frac{R}{L_0} + \frac{K}{S_0}\right)\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{\varphi}{L_0 S_0} = 0\end{aligned}\right\} \quad [20$$

dove φ sta a rappresentare tanto V quanto I.

Donde segue che questo caso ha comune col primo la proprietà che V ed I soddisfano alla medesima equazione differenziale, con la differenza però che tale equazione è ora del 4° ordine, mentre nel 1° caso è del 2° ordine. Della integrazione della [20] non mi sono ancora occupato, perciò mi esimo da ulteriori discussioni su tale argomento.

§ 8. Modo di realizzare i conduttori studiati. Generalizzazione della legge di Pupin.

Dopo quanto si è detto, è conveniente ora far conoscere come si debbano modificare i conduttori che si adoperano nella pratica, affinchè essi riescano dotati delle proprietà che appartengono ai conduttori ideali innanzi illustrati.

A questo scopo è opportuno ricordare la legge formulata dal Pupin sui conduttori non uniformi (1).

(1) Pupin, *Electrical World* (1° marzo 1902). Vedasi anche: Roeber, *Electrical World* (16, 23 marzo 1901).

Digitized by Google

Si abbia

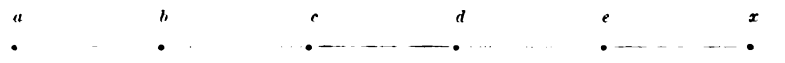


Fig. 3.

una doppia serie ab, cd, ... bc, de... di conduttori collegati come nella figura 3.

I conduttori della prima serie abbiano tutti la stessa lunghezza l, e le medesime costanti $R\,L\,K\,S$ per unità di lunghezza; quelli della seconda serie pur essi la medesima lunghezza l, e le stesse costanti unitarie $R_1\ L_1\ K_1\ S_1$. Supponiamo per semplicità che sia $l = l_1$. Insieme al conduttore non uniforme $a\,b\,c\,d\,e$..., consideriamo un conduttore, avente la stessa totale resistenza, totale induttanza, totale conduttanza, totale permittanza, ma uniformemente distribuite sopra una certa lunghezza.

Un tale conduttore si chiamerà conduttore uniforme corrispondente al conduttore non uniforme. Ora è chiaro che le successive doppie sezioni del conduttore non uniforme potranno essere rappresentate dalle porzioni AC, CE... del corrispondente conduttore uniforme (fig. 4), le quali avranno la resistenza $(R + R_1)\ l$, l'induttanza $(L + L_1)\ l$ la conduttanza $(K + K_1)\ l$, la permittanza $(S + S_1)\ l$.

Fig. 4.

Le parti AC, CE... saranno corrispondenti alle doppie sezioni ac, ce...; i punti A, C, E... corrispondenti a punti a, c, e...

Inoltre noi diremo che i due conduttori sono equivalenti fra di loro quando il potenziale e la corrente nei punti corrispondenti sono approssimativamente eguali. In tal caso la corrente ricevuta alle estremità dei conduttori è quasi la stessa e noi potremo perciò sostituire l'un conduttore all'altro. Per valutare il grado di approssimazione di questa equivalenza si consideri la lunghezza d'onda relativa ad una data frequenza sul conduttore uniforme corrispondente al conduttore non uniforme e sia m il numero delle parti AC (equivalenti alle doppie sezioni) che vengono ricoperte da una lunghezza d'onda.

Digitized by Google

Si può allora enunciare la legge:

Il conduttore non uniforme sarà tanto più equivalente al conduttore uniforme quanto più sen $\frac{\pi}{m}$ *si avvicina a* $\frac{\pi}{m}$.

L'equivalenza è perfetta quando sen $\frac{\pi}{m} = \frac{\pi}{m}$, ossia quando l'arco è uguale al suo seno, il che si ha per $m = \infty$. Ma si può facilmente mostrare che per $m = 16$ si ha una approssimazione di $^2/_3\ ^0/_0$ e che per $m = 8$ si ha un'approssimazione sufficiente per gli scopi pratici.

Una volta soddisfatta questa legge poco importa che le costanti delle sezioni *ab*, *bc* siano od *uniformemente distribuite* ovvero *localizzate*.

È poi opportuno far notare che se l'equivalenza sussiste per una determinata frequenza, sussisterà a maggior ragione per le frequenze più basse, perchè corrispondendo a queste una maggior lunghezza d'onda (la lunghezza d'onda diminuisce col crescere della frequenza) è maggiore il numero delle doppie sezioni per lunghezza d'onda, e quindi più grande l'approssimazione. Basta perciò nel caso dei conduttori telefonici assicurarsi della equivalenza per le più alte frequenze della parola.

È bene anche osservare che se X nel conduttore della figura 4 corrisponde ad x nel conduttore della figura 3, e se AX è la lunghezza d'onda nel primo, sarà ax la lunghezza d'onda nel secondo.

Le due onde hanno in generale lunghezze diverse, ma esse ricoprono sui due conduttori porzioni che hanno le stesse totali resistenze, induttanze, conduttanze e capacità. Tenendo conto di ciò si può dire che i due conduttori hanno le stesse lunghezze d'onda in quanto queste sono definite dalle medesime totali costanti, che ad esse si riferiscono. Così pure le attenuazioni relative alle lunghezze AC, AE... sono eguali a quelle relative alle lunghezze ac, ae...; ed in tal senso si potrà dire ancora che i due circuiti hanno la stesssa costante di attenuazione.

Supponiamo dopo ciò che le sezioni *ab*, *bc*, *cd*... della figura 3 siano costituite da conduttori del tipo più generale definito dal sistema [3]. Se si studia la propagazione sul conduttore non uniforme che ne risulta, si trovano per questo caso le medesime equazioni che valgono nel caso precedente con la sola differenza che in esse, invece di $R\ L\ K\ S$ supposte indipendenti dalla frequenza, compariranno $R'\ L'\ K'\ S'$, calcolate in base alle formole [10]. Anche dunque

Digitized by Google

per il conduttore più generale si potrà ritenere valida la legge di Pupin.

Si voglia, ad esempio, realizzare un conduttore di costanti R, L, K, S; R_0, L_0, K_0, S_0. Si considerino le costanti R', L', K', S' definite dalle [10] e conseguentemente le costanti α e β.

Si calcoli la lunghezza d'onda $\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}$ corrispondente ad una data frequenza e si divida per un certo numero m di sezioni. Sia l la lunghezza di ciascuna sezione. Le costanti totali relative ad essa saranno:

$$R'l = Rl + \frac{K_0 l}{K_0^2 + p^2 S_0^2} = Rl + \frac{\frac{K_0}{l}}{\left(\frac{K_0}{l}\right)^2 + p^2\left(\frac{S_0}{l}\right)^2}$$

$$L'l = Ll - \frac{S_0 l}{K_0^2 + p^2 S_0^2} = Ll - \frac{\frac{S_0}{l}}{\left(\frac{K_0}{l}\right)^2 + p^2\left(\frac{S_0}{l}\right)^2}$$

$$K'l = Kl + \frac{R_0 l}{R_0^2 + p^2 L_0^2} = Kl + \frac{\frac{R_0}{l}}{\left(\frac{R_0}{l}\right)^2 + p^2\left(\frac{L_0}{l}\right)^2}$$

$$S'l = Sl - \frac{L_0 l}{R_0^2 + p^2 L_0^2} = Sl - \frac{\frac{L_0}{l}}{\left(\frac{R_0}{l}\right)^2 + p^2\left(\frac{L_0}{l}\right)^2}$$

e queste espressioni mostrano che la sezione considerata ha le costanti Rl, Ll, Kl, Sl; $\frac{R_0}{l}$, $\frac{L_0}{l}$, $\frac{K_0}{l}$, $\frac{S_0}{l}$.

Ora, per la legge di Pupin generalizzata, poco importa che tutte queste costanti od alcune di esse sieno localizzate ovvero uniformemente distribuite. Interessa solo che il valore di m sia tale da assicurare l'equivalenza del conduttore non uniforme, che ne risulta, al corrispondente conduttore uniforme.

Digitized by Google

Volendosi realizzare conduttori del tipo generale, usufruendo dei conduttori che si adoperano per le linee telegrafiche o telefoniche, in cui le costanti $R\,L\,K\,S$ sono uniformemente distribuite, basterà localizzare in punti opportuni le costanti $R_0\,L_0\,K_0\,S_0$ (rocchetti in derivazione, condensatori in serie). Possiamo anche, se torna utile, aumentare le costanti $R\,L\,K\,S$, inserendo nei punti che verranno indicati dal calcolo rocchetti in serie e condensatori in derivazione.

Così, se si volesse trasformare un conduttore di costanti R, L, K, S in un altro di costanti $R + R_1, L + L_1, K + K_1, S + S_1$; R_0, L_0, K_0, S_0, occorrerebbe innanzi tutto calcolare la lunghezza d'onda relativa a questo nuovo conduttore, per una certa frequenza.

Dividendo la lunghezza d'onda per un numero m, da scegliersi opportunamente, si otterrà la lunghezza l di ciascuna sezione. Si troveranno in questo modo i punti in cui dovranno essere inseriti i rocchetti ed i condensatori.

Si avrà allora un conduttore non uniforme del tipo rappresentato dalla figura 5.

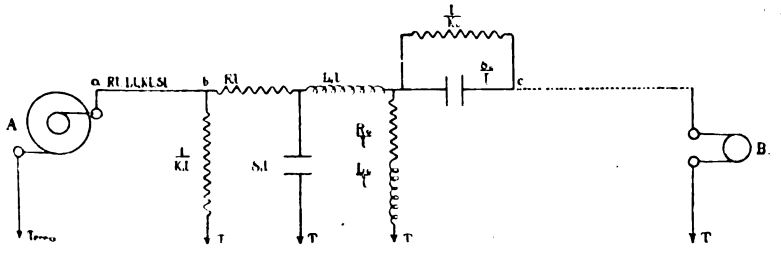


Fig. 5.

In esso le due sezioni contigue ab, bc corrispondono a quelle delle sezioni ab, bc della figura 3. La sezione ab rappresenta un conduttore di lunghezza l, in cui le costanti Rl, Ll, Kl, Sl sono uniformemente distribuite.

La sezione ac rappresenta pur essa un conduttore di lunghezza l, in cui però le costanti $R_1 l, L_1 l, K_1 l, S_1 l; \frac{R_0}{l}, \frac{L_0}{l}, \frac{K_0}{l}, \frac{S_0}{l}$ sono localizzate.

Poichè la legge di Pupin generalizzata si suppone soddisfatta, il conduttore così formato è equivalente a quello richiesto per la frequenza fissata. Se poi si vuole che il conduttore sia equivalente al richiesto per una certa scala di frequenze, è necessario calcolare la lunghezza delle sezioni per quella frequenza, a cui corrisponde la più piccola lunghezza d'onda.

Digitized by Google

§ 9. Considerazioni pratiche sui conduttori ad attenuazione costante.

Giova ora ricordare che i tipi di conduttori ad attenuazione costante, ricercati in questa memoria, sono i seguenti:

TIPO I.

$$\frac{R}{L} = \frac{K}{S}$$

$$\alpha = p\sqrt{LS} \qquad \beta = \sqrt{RK}$$

TIPO II.

$$\frac{R}{R_0} = \frac{L}{L_0} = \frac{(LK - RS)^2}{4LS}$$

$$\alpha = p\sqrt{LS} \qquad \beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$$

TIPO III.

$$\frac{K}{K_0} = \frac{S}{S_0} = \frac{(LK - RS)^2}{4LS}$$

$$\alpha = p\sqrt{LS} \qquad \beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$$

TIPO IV.

$$\frac{R}{K} = \frac{L}{S} = \frac{L_0}{S_0}$$

$$\alpha = \frac{pL}{\sqrt{\frac{R}{K}}} - \sqrt{\frac{\frac{R}{K}}{pL_0}} \qquad \beta = \sqrt{RK}$$

dove α si prenderà in valore assoluto.

Digitized by Google

TIPO IV^{bis}

$$L_0 = \frac{4S}{K^2} \qquad S_0 = \frac{4L}{R^2}$$

$$\alpha = p\sqrt{LS} - \frac{RK}{4p\sqrt{LS}} \qquad \beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$$

in cui α si prenderà pure in valore assoluto.

Osserviamo che le costanti α e β dipendono dalle sole costanti $R\,K\,L\,S$, eccettuata per il tipo IV la costante α la quale dipende anche da L_0.

Osserviamo pure che la $\beta = \frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$ è il valore massimo della costante di attenuazione nei circuiti di costanti $R\,L\,K\,S$, quello, cioè, che si ottiene quando nella espressione

$$2\beta^2 = \sqrt{(R^2 + p^2L^2)(K^2 + p^2S^2)} \pm (KR - p^2LS)$$

si fa convergere p e quindi la frequenza ad infinito, mentre $\beta = \sqrt{RK}$ è il valore minimo che assume la somma $\frac{LK + RS}{2\sqrt{LS}}$ quando si suppone costante RK.

Notiamo infine che la costante α è la stessa per i tipi I, II e III e che per i tipi IV e IV^{bis} detta costante si può rendere convenientemente piccola mediante una opportuna determinazione delle costanti della linea. La costante di attenuazione è poi la stessa per i tipi I e IV e la stessa pure per i tipi II, III e IV^{bis}.

Evidentemente fra gli indicati conduttori è da preferirsi quello che è il più semplice e che ha la più piccola costante di attenuazione. Tali requisiti si ritrovano nel tipo I, che è il conduttore modello di Heaviside.

Però se si vogliono realizzare questi conduttori mediante l'inserzione in punti appropriati di rocchetti e di condensatori, sorge la opportunità di rendere minimo il numero di tali punti. Questo numero dipende, come si sa, dalla lunghezza d'onda $\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}$. Quanto più grande è λ, ossia quanto più piccolo è α, tanto più grande è la distanza fra due punti d'inserzione e tanto più piccolo il numero dei punti medesimi.

Digitized by Google

Potrebbero allora riuscire preferibili gli altri tipi, qualora per essi risultasse più piccola la costante α.

Se, per esempio, si volesse perfezionare la trasmissione telegrafica o telefonica in un cavo sottomarino, realizzando il conduttore tipo I occorrerebbe dotare il cavo di un'alta induttanza. In tal caso α assumerebbe un grande valore e quindi la lunghezza d'onda riuscirebbe piccola: conseguentemente i rocchetti dovrebbero essere inseriti in punti posti a breve distanza fra loro: ciò che praticamente non è ora possibile.

Se invece si volessero realizzare i conduttori del tipo II o III la costante α, a causa della piccola induttanza dei cavi, sarebbe pur essa piccola, e quindi grande la distanza fra i punti d'inserzione. Però la costante d'attenuazione sarebbe grande e quindi occorrerebbe una f. e. m. maggiore. L'aumento di f. e. m. non sarebbe necessario se si realizzasse il conduttore tipo IV, che ha una piccola costante di attenuazione.

Se in particolare la lunghezza d'onda è un sufficiente multiplo della lunghezza del cavo, basterà inserire alle sole estremità i rocchetti ed i condensatori adatti a correggere il cavo stesso. Si cadrebbe allora, per ciò che si riferisce ai tipi II e III, negli artifici che vengono comunemente impiegati nella trasmissione telegrafica sui cavi (condensatori Varley, rocchetti Godfroy) e risulterebbe determinata, prescindendo dalle costanti degli apparati, la legge quantitativa valevole per tali artifici.

Mi riprometto di discutere in seguito più dettagliatamente la portata pratica delle conclusioni precedenti, e di eseguirne altresì una verifica sperimentale, anche allo scopo di stabilire i limiti entro cui è possibile allontanarsi dalle condizioni formulate senza che per ciò la distorsione risulti intollerabile.

Comunque mi sembra che, indipendentemente da ogni ulteriore considerazione, non debbano i risultati ottenuti riuscire del tutto privi di interesse agli studiosi dei problemi scientifici connessi alla telegrafia ed alla telefonia.

Digitized by Google

N. 27.

SULL'UFFICIO DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE

RELAZIONE

*dell'***Ing. F. GENTILI** *all'Assemblea Generale di Firenze il 9 ottobre 1905.*

L'importantissima ed urgente questione del servizio nazionale della proprietà industriale (brevetti d'invenzione e marchi di fabbrica) essendo stata già più volte trattata in seno alle Sezioni della nostra Associazione, si è creduto opportuno di mettere tale argomento all'ordine del giorno dell'Assemblea generale, affinchè, dopo averlo discusso con quell'ampiezza che merita, si deliberi un voto che sintetizzi in proposito le vedute e i desideri della nostra Associazione.

Credo superfluo spendere parole a dimostrare quello che è per voi tutti un fatto evidente e notorio, cioè che un ben concepito e ben ordinato servizio della proprietà industriale ha una grandissima influenza favorevole sull'andamento e sullo sviluppo delle industrie tutte, e più particolarmente di quelle, come la elettrica, al cui progresso non meno delle grandi, ma rare invenzioni che determinano nuovi campi o nuovi indirizzi di attività, contribuiscono le molteplici, quotidiane trovate e perfezionamenti di ordine pratico.

Lasciando da banda ogni dibattito sul sistema di legislazione in materia di proprietà industriale — il che esula completamente dalla nostra questione — e limitandoci qui ad osservare che l'industria può svolgersi floridissima sia presso Stati, come la Francia, nei quali i brevetti vengono conferiti senza un esame preventivo di merito, sia presso altri, come la Germania, dove le domande di brevetto sono invece sottoposte a tale esame preventivo, non vi ha dubbio, per esempio, che lo sviluppo meraviglioso cui è assorta l'industria tedesca nell'ultima parte del secolo scorso è stato facilitato e fomentato dall'ammirevole organizzazione dell'ufficio imperiale dei brevetti di Berlino.

L'ufficio nazionale della proprietà industriale, come ben diceva nella sua Relazione la Commissione del Collegio degl'ingegneri ed architetti di Milano, deve essere l'ordinatore provvido e naturale di

Digitized by Google

tutto il grande contributo di lavoro e di genialità, che ivi affluisce da tutta l'Italia e da ogni parte del mondo; e deve, io aggiungo, facilitare in tutti i modi possibili a tutti gli interessati la conoscenza delle nuove idee e dei nuovi risultati, sia per gettare semi fecondi di ulteriori progressi, sia per elevare il livello della cultura tecnica generale. Quindi vi si dovrà avere: una Biblioteca che riunisca e bene conservi le descrizioni e i disegni dei brevetti e marchi di fabbrica nazionali e stranieri, e metta a facile portata del pubblico questo materiale prezioso; pubblicazioni a stampa dei nuovi brevetti e marchi italiani, fatte con sollecitudine sufficiente a non diminuirne di troppo l'efficacia utile per il mondo tecnico ed industriale, che ha oggi vivo, imperioso bisogno di tenersi al corrente di tutte le novità, di tutti i progressi per l'interesse proprio e per il crescente benessere di tutti quanti; una buona organizzazione del servizio di conferimento dei brevetti e dei marchi, in modo che tutte le pratiche relative siano sbrigate con rapidità e con buona volontà, e senza formalismi superflui od arbitrari.

Per quanto vecchia di mezzo secolo — e quindi vetusta, data la totale trasformazione delle industrie, che è sopravvenuta nel frattempo — la legge italiana in materia ciò ha pienamente intravveduto e voluto; ed essa, se interpretata ed applicata con largo spirito di liberalismo e di modernità, è a mio avviso perfettamente suscettibile di quella evoluzione nell'ufficio della proprietà industriale, che la situazione odierna esige in modo ineluttabile. E si osservi che un ordinamento diverso dall'attuale è imposto all'Italia dalla doverosa osservanza dell'art. 12 della Convenzione internazionale di Parigi del 20 marzo 1883, il quale suona precisamente così: « Ciascuna « delle Alte Parti contraenti si impegna a stabilire un servizio spe- « ciale della proprietà industriale ed un Deposito centrale per la « comunicazione al pubblico dei brevetti d'invenzione, dei disegni o « modelli industriali e dei marchi di fabbrica o di commercio ».

Tutte le nazioni che aderirono alla detta Convenzione internazionale si misero in regola con la lettera e con lo spirito di quanto è prescritto nel succitato articolo, eccettuata però l'Italia, giacchè, per quanto intitolata: Ufficio speciale della proprietà industriale, la Sezione 3ª della Divisione 1ª del nostro Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, non rappresenta davvero nè come locali, nè come orario di consultazione, nè come biblioteca, nè come personale, nè come pubblicazioni un servizio adeguato ai bisogni e che corrisponda in modo effettivo agli impegni che l'Italia ha assunto verso le altre nazioni e agli obblighi che essa ha verso sè stessa.

Digitized by Google

Credo che molti di voi avranno avuto occasione di accedere al palazzo di via della Stamperia per ricerche o pratiche relative a brevetti; conoscete dunque in quale miserabile stanzetta, priva di ogni comodità (la cosiddetta Sala di consultazione, che sarebbe poi anche il *Deposito centrale* previsto dalla Convenzione internazionale), si debbano accalcare gl'interessati, per sole due ore del giorno, che si riducono effettivamente sì e no ad una e mezza, per il tempo che si perde nella ricerca e distribuzione dei volumi; conoscete le formalità, le restrizioni incredibili cui bisogna sobbarcarsi per la consultazione dei brevetti. Non insisterò dunque su ciò.

Non possiamo certo pretendere che l'Italia abbia un ufficio alla altezza del Patent Office di Londra o di Washington o del Patentamt di Berlino: ma a livello dell'Austria, dell'Ungheria, del Belgio, ci potremmo, anzi ci dovremmo pur mettere, e basterebbe per ciò cominciare dal convincersi che un simile ramo di servizio merita bene quanto meno la stessa larghezza di mezzi e la stessa autonomia relativa che ha avuto la Direzione della Statistica e che a questa sono state feconde di ottimi risultati; e che non è possibile che col personale attualmente adibitovi si mandi avanti in modo conveniente l'ufficio della proprietà industriale del regno d'Italia, dove oggi si depositano poco meno di cinquemila brevetti d'invenzione all'anno.

E poichè ho parlato di *autonomia relativa*, mi affretto a soggiungere, onde tranquillizzare quanti potrebbero preoccuparsi delle eventuali conseguenze di una indipendenza completa dell'ufficio della proprietà industriale, che non si tratta affatto di chiedere ciò; l'ufficio, insediato in locali idonei per numero e per ampiezza, nella stessa sede del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, o in altra sede staccata (il che si verifica per un gran numero di servizi dei vari Ministeri, a cagione appunto della insufficienza di locali), dotato di personale tecnico ed amministrativo adatto, e di fondi sufficienti per le pubblicazioni, per la Biblioteca, ecc., dovrebbe rappresentare un servizio a sè, una Direzione a sè, ma restare alla dipendenza del Ministero, cioè in rapporti con questo tutt'affatto analoghi, per esempio, a quelli sussistenti fra lo stesso Ministero e la già menzionata Direzione della Statistica; dovrebbe essere rafforzato da Commissioni permanenti, ecc.; del resto, per concretare quali dovrebbero essere praticamente l'organamento ed il funzionamento dell'ufficio, non vi è che da studiare quanto si è fatto, precisamente in tale senso, dalle nazioni estere, per il che ci sarebbe soltanto l'imbarazzo della scelta.

Queste deficienze erano già state messe innanzi come giustificazione nella risposta del Ministro Rava, in data 7 giugno 1904, al

Digitized by Google

primo memoriale della Federazione fra Società scientifiche e tecniche di Torino; come nella risposta del 4 marzo 1905 dello stesso Ministro al secondo memoriale della detta Federazione è stata affacciata la ragione pregiudiziale della scarsità dei mezzi di bilancio. Ora io mi limiterò, invece di esporre le imprescindibili necessità di ordine superiore che impongono in questi casi un provvedimento immediato, tanto più che si attende da anni, ed il male intanto si viene aggravando, a sottoporvi in proposito questo semplice raffronto.

Lo Stato spende oggi come personale circa 60,000 lire all'anno per la Sezione del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, alla quale è deferito il servizio della proprietà industriale; aggiungendovi le spese di ufficio, lavori straordinari, stampati ed altro, credo che non si arrivi in totale alle 90,000 lire. Per contro, gli introiti complessivi dello Stato per tasse di deposito di brevetti e marchi, annualità di brevetti, carta bollata per copie, ecc., superano le 850,000 lire all'anno. Anche quindi a voler guardare la questione solo da questo ristretto punto di vista fiscale, mi pare fuori di discussione che una maggiore spesa non sarebbe irragionevole, nè sproporzionata all'effetto utile che si ottiene.

Oltre agli inconvenienti cui ho già accennato, e ai quali è da aggiungere l'altro, che pure ha una certa gravità, dei soverchi ritardi che specialmente in alcune epoche dell'anno si verificano tra la domanda e il conferimento dei brevetti, un'altra deficienza seria del servizio che consideriamo è quella delle pubblicazioni. Il piccolo Piemonte pubblicava integralmente le descrizioni ed i disegni dei brevetti; l'Italia per alcuni anni seguitò a pubblicare, poi colla legge del 1894 si volle limitarsi alla pubblicazione dei riassunti delle invenzioni; in seguito, e precisamente col 1897, in violazione dell'art. 54 della legge anzidetta, cessarono anche i riassunti e ci si ridusse a degli elenchi per materie dei soli titoli dei brevetti, elenchi fino al 1902 giornalieri e stampati a parte, e dal 1902 in poi quindicinali e compresi nel *Bollettino ufficiale della proprietà intellettuale*. Come si vede, siamo andati avanti come i gamberi, e man mano che i brevetti d'invenzione venivano assumendo maggiore importanza, e da 1000 nel 1884, passavano successivamente a 1700 nel 1890, 3000 nel 1897, 4000 nel 1902 e 4500 nel 1903, il nostro paese dimostrava nelle sue sfere burocratiche di volervene attribuire una sempre minore. Tanto che oggi l'Italia si trova ad avere come sole nazioni compagne, nel non pubblicare le descrizioni, nè i riassunti dei brevetti, la Spagna e la Turchia; recentemente infatti anche il Portogallo ha riconosciuto che valeva bene la pena di spendere qualche diecina di migliaia di lire all'anno a questo scopo.

Digitized by Google

Si noti poi che la spesa annua che si renderebbe necessaria per la pubblicazione anche integrale del testo e dei disegni dei brevetti italiani potrebbe, con opportuni provvedimenti ed accordi, essere ridotta a somma assai più modesta di quella prevista dal Ministero e dai tecnici che si sono occupati della questione.

E qui mi sembra proprio inutile insistere per mettere in rilievo quale grande utilità, quale ausilio efficace sia per gl'inventori e per gl'industriali il potere avere sott'occhio nel proprio studio le copie integrali a stampa di tutti i brevetti d'invenzione; è semplicemente cosa nella quale è implicato al sommo grado l'interesse ben inteso di tutto il paese.

Questo per le pubblicazioni che l'Ufficio della proprietà industriale non fa e che sarebbe essenziale facesse; quanto a quelle che esso cura, lo stesso Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio nella sua lettera del 4 marzo 1905, cui fu accennato più sopra, riconosceva che erano almeno in parte giustificati i reclami per i ritardi dell'elenco dei morosi al pagamento delle annualità, degl'indici annuali dei brevetti, ecc. ecc., pubblicazioni che perdono quasi tutto il loro valore se non sono fatte tempestivamente.

Dovrei ora toccare di un altro argomento non meno rilevante dei precedenti, quello cioè del modo con cui si esplica l'azione dell'ufficio nei rapporti cogli inventori e loro aventi causa; ma mi trattiene dall'entrare in dettagli su di ciò il dubbio che si possa per qualsiasi ragione tacciare la presente relazione come mancante di quel sereno spirito di obbiettività che, diceva S. E. Rava, è indispensabile nella disamina di una questione di pubblico interesse. Dirò soltanto che è doloroso che nei Congressi dell'Associazione internazionale per la protezione della proprietà industriale si debbano fare contro l'Ufficio italiano della proprietà industriale vivaci e fondate recriminazioni, che impressionano tanto più in quanto vengono da persone notoriamente serene ed equanimi e sono basate sui fatti; e queste recriminazioni si appuntano sia contro gli eccessivi formalismi, quasi sempre inutili, spesso vessatorî e talora illegali, sia contro i continui cambiamenti, contraddicentisi fra di loro, che si verificano nell'applicazione dei regolamenti, sia generali che interni. Tutto ciò purtroppo si risolve, in definitiva, in difficoltà ed in impacci per gli inventori, a danno dei quali si escogitano sempre nuove pastoie burocratiche, forse nella non confessata idea che i brevetti di privativa industriale sono ostacoli al progresso, e che è quindi opportuno interpretarne restrittivamente la legislazione, limitarne la portata e renderne ardua la vita. La legge e i regolamenti, specialmente nelle questioni riflet-

Digitized by Google

tenti i brevetti così detti di importazione, cioè già presi all'estero, e le descrizioni dei marchi di fabbrica, sono posti in non cale, o apertamente violati; e numerosi fatti di tale natura si trovano consegnati nella Relazione della Commissione nominata dalla Federazione fra Società scientifiche e tecniche torinesi (relat. ing. Capuccio), che fu pubblicata a pag. 287, fascicolo 3°, vol. IX degli Atti della nostra Associazione (maggio-giugno 1905); e nel Rapporto sulla procedura amministrativa e movimento legislativo dell'Italia in materia di proprietà industriale, presentato dall'ing. Barzanò al Congresso internazionale di Berlino del maggio 1904 (vedi Atti del Congresso, fascicolo 1°, pag. 637); ed è quindi urgente che per l'avvenire sia provveduto in modo definitivo affinchè sia garantita anche a questo servizio quella continuità di criteri, che è assolutamente indispensabile per un funzionamento normale, e che deve essere assicurata da norme scritte, indipendenti da interpretazioni personali, mutevoli da caso a caso.

Bene inteso che con ciò non si vuol già proporre che l'Ufficio della proprietà industriale debba sostituirsi ai Tribunali, soli competenti a stabilire l'interpretazione e la portata delle leggi; ma si intenderebbe far sì che norme e circolari ministeriali, generali e valevoli ogni qualvolta si presenta quel dato caso, venissero a prendere il posto di decisioni epistolari, oggi liberali od eque, domani restrittive, dovute alle diverse decisioni cui l'Ufficio giunge, come conclusione delle singole discussioni coi singoli interessati. Ne guadagnerebbero tutti, e non poco anche l'Ufficio stesso, che si troverebbe così sollevato da una massa grandissima di lavoro, quale è quello reso oggi necessario dalle questioni e polemiche per risolvere ognuna per sè tutte le controversie, che insorgono numerose appunto per tale mancanza di direttive fisse.

Fatto questo rapido esame dello stato attuale dell'Ufficio della proprietà industriale, è duopo convenire che esso, così come è oggi e così come funziona, non corrisponde, non può corrispondere alle sue mansioni, all'attività alta e benefica che esso è chiamato ad esplicare. Per porre rimedio a ciò, è prima di ogni altra cosa necessario, come già fu accennato, di dare all'Ufficio stesso quell'autonomia che esso già aveva in parte e che gli fu tolta nel 1884; questa è la conclusione unanime cui sono venuti tutti gli studiosi, gli Istituti e le Associazioni che si sono occupati fino ad ora di questo vitale problema.

Dallo studio pubblicato dal comm. Cesare Rossi nel febbraio 1900 nell'*Economista d'Italia*, al voto della Sezione artistico-industriale

Digitized by Google

del Congresso degli Istituti industriali e commerciali italiani del 1902; dal voto della Federazione torinese a quello del Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano, a quello infine del Collegio italiano degli ingegneri consulenti in materia di proprietà industriale, tutti si trovano d'accordo nel chiedere che il nostro Ufficio della proprietà industriale, pure rimanendo alla dipendenza del Ministero di agricoltura, industria e commercio, sia costituito in un vero e proprio servizio speciale, ed abbia una direzione competente e responsabile del suo funzionamento non solo amministrativo, ma anche tecnico; il che è, ad esempio, assicurato in Francia non solo in grazia dell'aggregazione dell'Ufficio al « Conservatoir des Arts et Métiers », ma anche mediante la « Commission technique », corpo direttivo al quale sono devoluti l'esame e la risoluzione di tutte le questioni inerenti al servizio.

Persino il Giappone nell'aprile dell'anno scorso ha riconosciuto opportuno di staccare dal Ministero dell'Industria e del Commercio l'ufficio dei brevetti che fino allora vi era incorporato, e lo ha riorganizzato ed ampliato, facendone un ufficio speciale autonomo. Non sarà eccessivo, speriamo, chiedere che l'Italia imiti in ciò il Giappone, questo paese che è oggi all'ordine del giorno. È solo in tal modo che potranno gettarsi le basi di quella riforma radicale che ponga il servizio della proprietà industriale in armonia colle nuove esigenze delle nostre industrie, e in grado di favorirne lo sviluppo.

Ad assicurare tale riforma, tale riordinamento, e a concretarne le modalità sarebbe certamente utile che il Governo chiamasse una Commissione, nella quale, oltre ad elementi burocratici e ministeriali, avessero posto uomini parlamentari specialmente indicati per la loro posizione nell'industria o per la loro conoscenza delle questioni di privative; e professionisti (professori, avvocati, ingegneri ed agenti di brevetti) noti per la loro speciale alta competenza nel ramo. Il progetto di riorganizzazione proposto da tale Commissione e successivamente approvato dal Governo, dovrebbe poi essere messo in atto colla maggior sollecitudine compatibile coi nostri ordinamenti amministrativi e colle esigenze finanziarie del Bilancio.

Per finire, mi auguro che dalla discussione che sarà per occasionare questa mia succinta relazione si accresca in voi tutti la convinzione della necessità di por fine ad uno stato di cose dannoso all'industria, agli inventori ed al nostro buon nome all'estero.

Digitized by Google

N. 28.

CONNESSIONI ELETTRICHE DELLE ROTAIE A CONTATTI SALDATI

MEDIANTE ACETILENE

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. R. CATANI** *all'Assemblea Generale di Firenze il 9 ottobre 1905.*

Lo studio del ritorno della corrente nella trazione elettrica, da quando fu riconosciuta la convenienza di valersi delle rotaie come conduttore di ritorno, si è trasformato nella ricerca di una buona connessione elettrica delle rotaie che nello stesso tempo soddisfi alle necessarie condizioni di resistenza meccanica.

Nel caso della trazione elettrica urbana il problema s'impone maggiormente per i danni che le correnti vagabonde, prodotte da cattivi collegamenti elettrici delle rotaie, possono arrecare alle condutture sotterranee degli altri servizi pubblici di una città (acqua, gas, telefoni, ecc.).

Sono note le numerose, diverse e spesso errate soluzioni date al quesito. Si riconosce che teoricamente il conduttore di ritorno deve essere uniforme e lo si suppone tale almeno nei calcoli; praticamente — e per molti casi — i timori delle deformazioni e sollecitazioni derivanti dalle differenze di temperatura decidono ad un conduttore di ritorno tutt'altro che continuo.

Qualche anno fa si trovava conveniente la laminazione delle rotaie in tronchi brevi, durante la posa del binario si lasciavano spazi molto larghi per permettere le dilatazioni, la connessione elettrica si faceva con rame fissato alle teste delle rotaie e la resistenza meccanica si assicurava mediante tipi diversi di compresse metalliche.

Si riconobbe ben presto che le connessioni flessibili rappresentano meccanicamente uno dei punti deboli dell'armamento; elettricamente un imperfetto e precario collegamento elettrico, economicamente un aumento delle spese di impianto della linea e delle spese di esercizio tanto della linea quanto del materiale rotabile danneggiato dalle continue scosse, così noiose anche per chi viaggia.

In seguito si sono diminuite e migliorate le connessioni flessibili adottando lunghezze molto maggiori per le rotaie, collegamenti mec-

Digitized by Google

canici più robusti, appoggi speciali per i giunti, restringendo le traversine, collegando fra loro le due rotaie di ritorno della corrente. L'inconveniente della discontinuità della rotaia è rimasto sempre. In questi ultimi anni, ininterrottamente, si sono succeduti studi ed esperimenti per rendere continue le rotaie mediante saldatura, tanto più che anche la pratica aveva dimostrato esagerati, per la trazione urbana, i timori per le dilatazioni e sollecitazioni dovute alle differenze di temperatura. Attualmente può ben dirsi che « la soudure des rails bout à bout, en vue de supprimer la discontinuité due aux joints éclissés, est entrée dans la pratique courante des exploitations de tramways urbains Les grandes villes américaines New-York, Boston, Chicago, St-Louis, puis après elles Lyon, Marseille, Paris, Le Havre, Rouen, et enfin récemment Bruxelles en ont eu des applications étendues et reussies » (1).

Nelle tramvie di Bruxelles fu largamente adottata la cosiddetta saldatura Falk (2); in quelle di Dresda, Amburgo, Essen fu esperimentata la saldatura con la termite (3).

Infatti le dilatazioni — soprattutto per i tram urbani in strade pavimentate — non hanno effetti molto sensibili specialmente per due ragioni: per la reale, piccola variazione di temperatura che le rotaie subiscono e per la resistenza della struttura stradale. Una rotaia Phœnix da 180 mm. affondata nel terreno al modo ordinario dei nostri tram urbani è esposta all'aria soltanto per $^1/_8$ circa del suo perimetro. Il resto è mantenuto in un ambiente dove le differenze di temperatura non possono essere molto grandi. Da questa differenza di temperatura soltanto e non dalla lunghezza della rotaia dipende il valore delle sollecitazioni interne dovute agli effetti termici. Infatti una sbarra lunga L, di un metallo con un coefficiente di elasticità E subirebbe una variazione di lunghezza:

$$\lambda = \sigma \frac{L}{E}$$

sotto un carico unitario σ. Impedendo la variazione risulta una sollecitazione unitaria

$$\sigma = E \frac{\lambda}{L}$$

(1) Stevart, *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins le fer*, marzo 1902.

(2) Lechat, *La soudure des rails par le procélé Falk aux tramways bruxellois.*

(3) *L'Elettricità*, 1903, agosto 16.

Digitized by Google

Se la variazione λ dipende da una differenza T di temperatura e α è il coefficiente di dilatazione, si ha:

$$\lambda = \alpha L T$$

quindi

$$\sigma = E \alpha T = K T$$

nella quale $K = \alpha E$ è una costante per un dato metallo..

Se ne conclude che la sollecitazione interna è indipendente dalla lunghezza.

Per $\alpha = 0{,}0000108$ $E = 20000$ kg. per mm.q.

risulta $$\sigma = 0{,}216\ T$$

in kg. per mm.q.

Collocando le rotaie a contatto in modo da impedire qualunque dilatazione, se si suppone una differenza di temperatura in meno o in più di 20° fra la temperatura di posa della rotaia e le temperature estreme, si ha una tensione o una compressione di

$$\sigma = 4{,}32 \text{ kg. mm.q.}$$

Questo sforzo non è certo eccessivo ed è compreso nei limiti (4.22 ÷ 4,92 kg. per mm.q.) ammessi persino nelle costruzioni ferroviarie (1), malgrado che in questo caso manchi la soprastruttura stradale. Si deve inoltre tener presente che tale sollecitazione avrebbe luogo soltanto in casi limiti e per una durata limitata alla persistenza delle temperature estreme.

Per gli effetti di presso-flessione, la sollecitazione potrebbe aumentare in un binario rettilineo e in piano solo se fosse collocato in opera con poca cura perchè, in generale, nei tram urbani la soprastruttura stradale è sufficiente a mantenere diritta e in piano la rotaia.

I risultati sono alquanto diversi nel caso delle ferrovie vere e proprie, ossia quando quasi tutta la sezione della rotaia è esposta alle variazioni atmosferiche, ma se tutto il binario è in un ambiente a temperatura poco variabile, come nelle lunghe gallerie, gli allungamenti e le sollecitazioni sono minori e la saldatura delle rotaie è possibile.

Le sollecitazioni unitarie aumentano nelle curve a giunti saldati. Possono essere anche talmente notevoli da superare la differenza che

(1) P. H. Dudley, *Rails des voies des trains rapides* (art. II de la septième session du Congrès), février 1905, in *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*.

Digitized by Google

si lascia fra il carico al limite di elasticità e quello pratico. Questo nel caso di rotaie solidamente incastrate nella massicciata stradale perchè in caso contrario potrebbero aversi sollecitazioni minori ma notevoli deformazioni del binario. È quindi opportuno collocare nelle curve i giunti flessibili.

Un procedimento generale di connessione elettrica delle rotaie deve quindi potersi applicare tanto alla saldatura dell'intera sezione, quanto a una connessione flessibile con condutture di rame, bronzo, ecc. saldato sulle rotaie.

***

A queste condizioni soddisfa un recentissimo processo basato sull'uso delle alte temperature raggiunte dalle fiamme ad acetilene.

Il giunto rigido — con saldatura a tutta sezione — è stato già applicato con la saldatura elettrica e l'alluminiotermia, un giunto semi-rigido è quello *Falk*, nel quale non può dirsi che avvenga una vera e propria saldatura della rotaia e più che una connessione elettrica è un buon collegamento meccanico.

Infatti per quanto fluida possa essere la ghisa colata attorno alle teste delle rotaie non si raggiunge mai la temperatura di fusione dell'acciaio e le rotaie sono trattenute insieme più dalla ghisa rifluita nei fori delle rotaie che dalla aderenza della ghisa del giunto con l'acciaio delle rotaie.

La saldatura elettrica richiede apparati elettrici e mezzi meccanici non indifferenti; per esempio, con il processo *Elihu Thomson* si ha bisogno di una vera e propria officina trasportabile composta di un vagone-officina contenente un convertitore rotativo per prendere la corrente continua della linea e trasformarla in corrente alternata, un trasformatore riduttore della tensione a 4 volt e accessori (quadro), attrezzi di riparazione e per la saldatura, ecc.). L'energia necessaria è di oltre 300 cavalli per i grossi profili delle attuali rotaie da tram (circa 50 ampère per mmq. della sezione della rotaia).

Il processo *Goldschimdt* è costoso e dà una saldatura fragile. Le acciaierie di Micheville hanno constatato che lasciando cadere a terra da m. 1.50 di altezza due pezzi di rotaia saldata con l'alluminiotermia, avveniva la rottura proprio al giunto. L'esperienza è stata ripetuta tre volte ed ha dato sempre l'identico risultato (1).

(1) ***Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer.*** anno 1904, pag. 939.

Digitized by Google

Il processo *Falk* è stato adottato in parecchie città, ma esige l'impianto di un forno trasportabile per la ghisa, delle forme speciali per ogni tipo di saldatura. In inverno è facile la rottura di qualche giunto per effetto delle contrazioni della rotaia. Non può applicarsi alla saldatura degli scambi, incroci, ecc., per il grande numero delle forme.

Il processo *Falk*, inoltre, sembra essere poco igienico per chi attende al lavoro o abita nelle vicinanze della località ove si salda (1).

I risultati di tutti questi diversi processi di saldatura delle rotaie se non concludono per l'assoluta bontà di un sistema, provano certamente la possibilità delle rotaie saldate e la loro superiorità elettromeccanica.

*
* *

La saldatura delle rotaie ad acetilene offre parecchi vantaggi sugli altri sistemi e sembra destinata a una larga diffusione.

La temperatura raggiunta da una fiamma ossi-acetilenica è la massima fra quelle ottenute con i processi industriali ora noti (combustione dell'ossigeno, idrogeno, ossido di carbonio, gas d'acqua, alcool, alluminiotermia, arco elettrico, ecc.). Per dimostrarlo ci varremo di alcune recenti investigazioni tecniche e di misure pratiche.

Il Richards (2) recentemente ha determinato le temperature teoriche medie di alcuni processi termici, basandosi sul principio che il calore ceduto da un mc. del gas che si brucia è eguale a quello assorbito dai prodotti della combustione (anidride carbonica e vapor d'acqua per il caso della combustione completa) e dell'azoto se il mezzo comburente è l'aria.

Confrontando i risultati teorici con i dati pratici riscontrati per il caso di gas molto noti (idrogeno, gas d'acqua, acetilene, alcool) risulta una notevole coincidenza. Verificato ciò ho applicato il metodo Richards ai gas maggiormente noti per il loro alto potere calorifico (3). Supposta la combustione completa, con solo ossigeno, la temperatura media delle fiamme è come al seguente quadro:

---

(1) Mais si l'on veut employer le sistème Falk il faudra trouver un moyen efficace de se débarasser rapidement des gax toxiques ou irrespirables que produit le cubilot (MARÉCHAL, *Les chemins de fer électriques*, 1904).

(2) *Electrochemical Industry*, 1904.

(3) Ing. L. CATANI, *Temperatura delle fiamme ad acetilene* (*Bollettino Società ing. e arch. italiani*, 1905, n. 33). — *Temperatura delle fiamme ad acetilene e di alcuni altri gas di alto potere calorifico* (*Rassegna mineraria*, 11 ottobre 1905).

Digitized by Google

Temperature medie delle fiamme dei diversi gas bruciantì con solo ossigeno.

Gas	Formula	Equazione chimica	Calore specifico di 1 mc.	Temperatura
Alcool metilico . .	CH^4O	$2CH^4O + 3O^2 = 4H^2O + 2CO^2$	7050	2715°
Gaz d'acqua	$H^2 + CO$	$H^2 + CO + O^2 = H^2O + CO^2$	2837	2926°
Alcool etilico . . .	C^2H^6O	$C^2H^6O + 3O^2 = 3H^2O + 2CO^2$	13744	2941°
Metano	CH^4	$CH^4 + 2O^2 = 2H^2O + CO^2$	8598	3070°
Idrogeno	H^2	$2H^2 + O^2 = 2H^2O$	2613	3191°
Turpentina	$C^{10}H^{16}$	$C^{10}H^{16} + 18O^2 = 8H^2O + 10CO^2$	64725	3339°
Benzene	C^6H^6	$2C^6H^6 + 15O^2 = 6H^2O + 12CO^2$	34440	3360°
Acetilene	C^2H^2	$2C^2H^2 + 5O^2 = 4CO^2 + 2H^2O$	16437	4160°

La temperatura teorica dell'acetilene corrisponde alla valutazione pratica fatta dal Le Chatelier che la fiamma ad acetilene ha una temperatura superiore a 4000° (1) ed alla facilità con la quale fonde tutti i metalli ordinari.

Il fatto che corpi con un calore specifico molto maggiore dell'acetilene abbiano una temperatura di fiamma minore è spiegato dal grande volume di vapor d'acqua e di anidride carbonica.

Anche il processo Goldschmidt fornisce una temperatura inferiore a quella della fiamma ossi-acetilenica.

Infatti si hanno le seguenti temperature teoriche dedotte dal Richards:

Alluminiotermia con ossido nero di rame 3670°
» con ossido di ferro 2695°

La stessa saldatura elettrica non dispone di maggiore temperatura, anzi ne avrebbe una minore secondo la determinazione di Le Chatelier, con il pirometro ottico. Le Chatelier per la temperatura massima dell'arco elettrico ha trovato 4100°.

Se la temperatura teorica della fiamma ad acetilene fosse quella del bagno di fusione sarebbe eccessiva, ma ne è superiore a causa delle inevitabili e notevoli dispersioni di calore.

Il fenomeno della dispersione del calore, comune a qualunque processo termico, è più o meno intenso nel caso della saldatura a seconda della qualità del metallo e della forma degli oggetti da saldare, e della durata della operazione, ma è sempre molto notevole. I risultati della saldatura sono tanto migliori per quanto più calda è la fiamma con la quale si salda. Naturalmente l'operatore deve

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CXXI, pag. 1147.

Digitized by Google

saper valersi delle diverse zone componenti una fiamma, della loro natura (ossidante, riducente), appropriarle alla forma e dimensione delle parti del pezzo da saldare e alla natura del metallo. Nel caso delle rotaie si hanno grandi diversità nello spessore del metallo e nella dispersione del calore ed è necessario avere una fiamma anche con una zona caldissima per la buona riuscita della saldatura. A queste condizioni soddisfa la fiamma ad acetilene. Con altre fiamme più fredde la saldatura delle rotaie e moltissimi altri lavori non possono riuscire.

La saldatura ossi-acetilenica non richiede nè il martellamento, come quella a gas d'acqua, nè compressione, come quella elettrica per resistenza, perchè raggiunge una temperatura maggiore di questi sistemi, e i metalli da saldare si fondono con grande facilità.

Per queste ragioni è molto adattata anche per la saldatura della ghisa, ma di questa speciale applicazione non è il caso di riferirne nel presente studio, non essendo la ghisa il metallo costituente le rotaie.

Per il ferro e l'acciaio la saldatura riesce migliore martellando a caldo il pezzo saldato. In queste condizioni due provette in acciaio dello spessore di 10 millim., si sono rotte fuori della saldatura, hanno resistito ad un carico di kg. 36.16, 36.86 a millim. q., con un allungamento di circa 23 per cento, e una contrazione nella sezione di 61.60 e 64.74 per cento. Questi risultati bastano a provare che con la fiamma ossi-acetilenica si ha una saldatura tenacissima, senza alterare di molto le proprietà elastiche del metallo.

Le applicazioni sono diversissime; una delle più notevoli è la connessione elettrica delle rotaie ottenuta o saldando l'intera sezione della rotaia, oppure con un conduttore flessibile saldato sulle teste delle rotaie contigue.

Saldatura dell'intera sezione della rotaia.

Affinchè la saldatura riesca completa è necessario che la fiamma giunga a contatto di tutti i punti della sezione della rotaia.

Per riuscire in ciò le teste delle rotaie o si mettono a contatto ed allora si preparano meccanicamente; oppure si tengono discoste di qualche millimetro a seconda dell'altezza della rotaia.

Nel primo caso la preparazione consiste nello smussare a scalpello tutto il contorno della rotaia, in modo da risultare tutto attorno un vuoto triangolare che si riempie, poi, durante la saldatura, di materiale fuso. Nel secondo caso si procede, senz'altro, alla saldatura della quale le diverse fasi si possono riassumere così: si riscalda la regione della saldatura o con una piccola fucina portatile, con una fiamma

Digitized by Google

ad aria e acetilene, ecc.; quando le teste delle rotaie hanno assunto un colore rosso si comincia ad adoperare la fiamma ossi-acetilenica, fondendo le superficie scalpellate e aggiungendo dell'acciaio o del ferro fuso. Impiegando acciaio è consigliabile adoperare acciaio più che sia possibile uguale a quello costituente la rotaia, se si adopera ferro, questo dev'essere dolce. L'acciaio si può adoperare in fili, trecce di fili, verghette o in piccoli pezzi preparati prima.

Il ferro si usa in fili avvolti a trecce in numero più o meno grande, a seconda della grandezza della rotaia e di quella del cannello adoperato. Un solo operaio è sufficiente per la saldatura: con la destra adopera il cannello da saldare e con la sinistra aggiunge il materiale da far fondere.

La saldatura delle rotaie è più rapida aggiungendo acciaio, il quale fonde con grande rapidità sotto l'azione del cannello ossi-acetilenico.

Il riscaldamento precedente la saldatura può essere omesso, ma è evidente che la saldatura riesce alquanto più costosa.

È conveniente saldare la suola della rotaia, poi l'anima e finalmente il fungo.

Per impedire il dilagare del metallo fuso specialmente quando si salda l'anima, si possono impiegare mattoni, refrattari comuni, oppure di speciale sostanza refrattaria (carborundum, magnesia...) che si dispongono al disotto della suola ed attorno alla rotaia, sovrapponendoli man mano che la saldatura procede verso l'alto.

Appena terminato di saldare il fungo se ne martella a piccoli e frequenti colpi la faccia superiore in modo da spianarla nel punto ove appoggiano i cerchioni delle ruote e nello stesso tempo ottenere maggior compattezza nella zona saldata del fungo.

L'ossigeno adoperato è quello comune del commercio, compresso in fusti di acciaio alla pressione di 120 atmosfere. La pressione di lavoro dell'ossigeno è di un'atmosfera e mezzo circa, e la riduzione si ottiene mediante una valvola a due manometri. La pressione dell'acetilene è quella degli ordinari impianti (circa 10 centim. d'acqua), di modo che per la saldatura ossi-acetilenica può adoperarsi qualunque generatore per luce ad acetilene, purchè di capacità sufficente al consumo del cannello o dei cannelli da saldare. Viceversa, un generatore per la saldatura può anche utilizzarsi per luce. Questo duplice scopo del gas rappresenta un vantaggio non soltanto negli impianti fissi, perchè può aversi il servizio luce di notte e saldatura di giorno, ma anche negl'impianti trasportabili — come nel caso della saldatura delle rotaie — per la possibilità di utilizzare la luce ad acetilene se i lavori si fanno di notte o in ambienti al buio (gallerie).

Digitized by Google

L'acetilene può adoperarsi nella saldatura come viene prodotto dal generatore, ma è conveniente depurarlo di tracce di fosforo o di zolfo che può contenere, provenienti dalle impurità di alcune qualità di carburo del commercio. La depurazione si fa con uno dei soliti, economici, depuratori, e attraverso le comuni sostanze depuranti (Hératol). Con l'acetilene depurato si ha pure il vantaggio di potere adoperare le reticelle incandescenti, se si usa il gas anche per la luce, ottenendo così una rilevante economia..

La saldatura delle rotaie riesce omogenea, resistente, affatto fragile, e non solo non si rompe facendo cadere la rotaia saldata da altezze di 3 o 4 metri — mentre, come si è detto precedentemente, le rotaie saldate con la termite si sono rotte, cadendo da 1 m. e 50 — ma per romperla è necessario un lavoro d'urto notevolissimo. Così per esempio la rotaia della figura 1 dopo 90 colpi di una mazza da 6 kg. si è rotta nel fungo e poi lungo l'anima; con altri colpi si è terminata la rottura della sezione saldata. La rotaia della figura 2 ha presentato lo stesso fenomeno dopo 76 colpi della stessa mazza. L'n'altra rotaia si è rotta alla sezione di saldatura. I colpi erano dati in tutte le direzioni: nel senso dell'altezza avrebbero resistito ad un lavoro d'urto molto più notevole. Per accertare il risultato della saldatura si sono tagliate longitudinalmente parecchie rotaie saldate, facendo corrispondere i tagli lungo le due ali della suola, lungo l'anima, il fungo, ecc., e tutte le sezioni hanno mostrato la perfetta continuità fra il materiale delle rotaie e quello aggiunto per fusione.

Le rotaie saldate erano di tutti i tipi e di tutte le grandezze: rotaie *Vignole* da 80 a 150 millim. di altezza; rotaie *Phoenix* da 140 (da kg. 34.5 a metro), 170 (da 44 kg.) e perfino quelle da 180 (da 43 kg.). Questi risultati sono relativi ad una buona saldatura, che si ottiene sempre purchè si adoperi un cannello adattato a saldature grosse come sono quelle delle alte rotaie, che l'operatore aggiunga buon materiale, fuso soltanto quando l'acciaio della rotaia è già in fusione e che mantenga sempre sotto la fiamma un grande bagno ben fluido.

Per la saldatura ossi-acetilenica delle rotaie l'impianto risulta semplicissimo e molto economico, perchè consiste essenzialmente dei seguenti apparecchi: un generatore od un serbatoio di acetilene, un serbatoio di ossigeno ed il cannello per saldare. Al cannello giungono i due gas e ne esce una fiamma più o meno brillante, e che può essere ridotta neutra, riducente od ossidante, a volontà dell'operatore. Inoltre l'intero impianto può essere adoperato nelle officine per tutte le altre applicazioni numerosissime della saldatura

Digitized by Google

ossi-acetilenica, come, per esempio, la rapida riparazione di organi di macchine in ghisa, ferro, acciaio; di recipienti metallici; la fab-

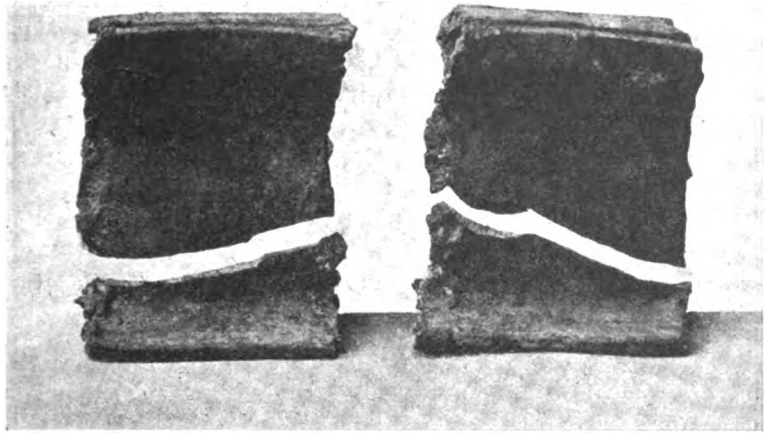


Fig. 1.

bricazione di telai per vetture senza saldature, grossi tubi, pezzi speciali, ecc.

Il costo di una saldatura di rotaia eseguita con la fiamma ossi-acetilenica risulta variabile a seconda dell'altezza della rotaia da

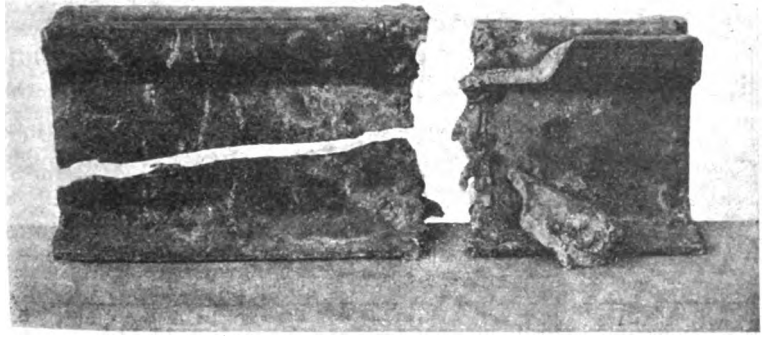


Fig. 2.

saldare, dai prezzi dell'acetilene, ma soprattutto di quello dell'ossigeno, e dal costo della mano d'opera. In ogni caso risulta inferiore

Digitized by Google

al costo del comune collegamento ottenuto mediante filo di rame, compresse e chiavarde ed il costo degli altri processi di saldatura delle rotaie.

Ai seguenti prezzi medi: L. 5 e 1.40 per mc. rispettivamente di ossigeno e di acetilene; L. 1.50 all'ora per l'operatore, una saldatura ossi-acetilenica della intera sezione, comprese le operazioni accessorie descritte, costa, in media, circa L. 8 per rotaie Phoenic da 160 mm. di altezza (kg. 34.5 a m. l.) e L. 10 per quelle da 180 mm. (kg. 43 a m. l.); mentre le spese delle ordinarie connessioni con stecche e fili in rame sono come al seguente quadro:

	Rotaie da 140 mm.	Rotaie da 180 mm.
Compresse	Kg. 14 7 a 0.40 = 5 88	Kg. 26 a 0.40 = 10.40
Chiavarde	„ 2 a 0 56 = 1.06	„ 42 a 0.54 = 2.27
Connessione elettrica	2.50	2.50
Mano d'opera	1.56	1.83
Totali , . .	11 00	17.00

Con il processo Falk ogni saldatura costa oltre 20 lire.

Saldature per connessioni elastiche.

Sino a pochi anni fa il collegamento elettrico mediante conduttore flessibile è stato il più comunemente usato. In questo caso la difficoltà maggiore consiste nell'attaccare il conduttore, generalmente di rame, all'acciaio delle rotaie. Molte proposte sono state fatte e si continuano a fare: alcune sono basate sulla compressione o delle estremità del conduttore sulle rotaie (Sprague, Chicago rail bonds, Bryan . . .), oppure di una lega plastica conduttrice, a base di rame, che s'interpone fra l'anima della rotaia e le compresse (Edison-Brown . . .), altre sulla saldatura del conduttore all'acciaio.

Tutte queste connessioni sono ancora promiscuamente in funzione nelle numerose linee a trazione elettrica, il che se prova, intanto, in modo certo la mancanza di una vera e propria soluzione del quesito sta forse anche ad indicare l'impossibilità di raggiungerla.

L'attacco del conduttore è sempre soggetto a deteriorarsi per azione di coppie voltaiche, della ruggine . . . , ma soprattutto per l'elasticità dei giunti meccanici, i quali che per quanto si siano rin-

Digitized by Google

forzati, aumentando le dimensioni delle stecche, diminuendo la distanza delle traverse, o adottando speciali disposizioni (zoccolo portarotaia Scheining e Hofmann) riescono sempre abbastanza deboli.

Le migliori connessioni sembrano quelle saldate sia a forte (tramvie di Milano, Firenze...), sia elettricamente (Brooklyn). A queste si deve ora aggiungere quelle saldate con la fiamma ossi-acetilenica.

Con la saldatura ossi-acetilenica si supera facilmente la difficoltà inerente alla vera saldatura di metalli a punti di fusione molto diversi. Il conduttore può essere in una forma qualunque, in filo, a nastro, a treccia innestata a due blocchetti estremi, a sbarretta..., e può essere innestato in fori, o sull'anima, o sulla suola, ecc. Il procedimento consiste nello scaldare il punto della rotaia, ove si vuole fare l'innesto, iniziare la fusione della superficie della rotaia con la parte più calda della fiamma ossi-acetilenica (dardo), e infine colarci sopra del rame. Si ottiene così un innesto di rame e acciaio molto intimo e tenace. La connessione si ultima con una comune saldatura di rame con rame, che si fa con la parte meno calda della fiamma ossi-acetilenica. Tutto attorno al conduttore si cola del rame di modo che resti imprigionato in una massa acciaio-rame che lo trattiene fortemente. Le prove fatte per staccare il conduttore non riescono affatto e solo si riesce a romperlo torcendo il filo di rame. Le connessioni possono farsi corte quanto si vuole, si può saldare tutto il filo, avvolgerlo ad occhio alle estremità per aumentare la superficie di contatto od anche schiacciarlo.

La stessa operazione può eseguirsi con un qualunque altro conduttore di metallo diverso dall'acciaio (ottone, bronzo...). Se il conduttore è di ferro o acciaio può, naturalmente, farsi a meno della ramatura dell'acciaio della rotaia. Adoperando rame può anche farsi la saldatura ad ottone con l'aiuto di un po' di borace.

Il risultato di questa connessione si è esaminato tagliando trasversalmente parecchie rotaie connesse a fili di rame: l'aderenza fra acciaio e rame, l'omogeneità della saldatura, la fusione fra il rame del conduttore e quello aggiunto apparivano perfette. In tuttociò entrano come coefficienti importanti di riuscita l'abilità dell'operatore e la giusta scelta del cannello per saldare.

L'operatore deve saper apprezzare giustamente l'uso delle parti più calda e più fredda della fiamma, a seconda della fase della saldatura, non rivolgere mai la fiamma contro il rame, ma l'acquisto di una buona pratica è questione di qualche saldatura.

Il cannello dev'essere molto più piccolo di quello che si adopera nella saldatura delle rotaie.

Digitized by Google

N. 29.

L'ELETTRICITÀ NELLA MEDICINA

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. G. ROSTAIN,** *all'Assemblea Generale di Firenze il 10 ottobre 1905.*

Chi ha avuto occasione di visitare degli ospedali, dei sanatori, specie i più moderni, o lo studio di qualche medico che disponga di un gabinetto con tutti gli apparecchi necessari alle cure elettriche, si sarà fatto un concetto delle grandi applicazioni che l'elettricità trova oggi nella terapia in genere.

Non si tratta più di generare della forza o della luce a mezzo della corrente elettrica, ma di una appropriata applicazione per scopi puramente medicali e chirurgici.

Alla gran parte degli elettrotecnici queste applicazioni sono completamente nuove, giacchè esse sono rimaste fino ad oggi una specie di segreto tra il fabbricante di apparecchi elettrici ed il medico che lo coadiuva. Ho sempre avuto la convinzione, confermata dai fatti, che da questo connubio, tra il medico ed il fabbricante, non si hanno e non si potranno ottenere che dei *prodotti* molto incompleti, almeno sino al giorno in cui il medico non trovi l'opportunità di approfondire maggiormente i suoi studi nell'elettrotecnica. Vi sono dei medici che, studiando da loro, arrivano ad attingere cognizioni più che sufficienti per il loro scopo; a Berlino, i fabbricanti più importanti di apparecchi elettro-medicali hanno istituito dei corsi di elettrotecnica, speciali per i signori medici, che sono frequentatissimi.

Io verrò accennando, in seguito, a queste nuove applicazioni dell'elettricità, e dirò subito che lo scopo di questa mia comunicazione è quello di proporre che le singole Sezioni dell'A. E. I. si facciano iniziatrici di corsi speciali di elettrotecnica per i medici. Questa proposta, lo confesso, non è tutta mia; essa mi è stata suggerita da molti amici e conoscenti che si sono dedicati alla medicina e più specialmente alla elettroterapia.

Diamo dunque al medico l'opportunità di conoscere, oltre le solite pile elettriche, un poco più da vicino la corrente elettrica ottenuta dalla trasformazione di un'energia meccanica, le sue diverse forme,

Digitized by Google

le macchine che la generano e la trasformano, gli apparecchi che la distribuiscono; facciamogliene conoscere i difetti, ammaestriamolo nell'uso e nella manutenzione, preveniamolo dagli inconvenienti e pericoli.

Non è più la pila Bunsen o la Grenet con il piccolo rocchetto di Ruhmkorff che vediamo oggigiorno nello studio medico; sono i tre fili d'un circuito trifase, o quello di uno a corrente continua, a 150 e più volt di tensione, che si trasforma in tutti i modi.

Il piccolo rocchetto di Ruhmkorff ha oggi assunto proporzioni tali da poter dare scintille di 100 e più centimetri di lunghezza; la macchina di Ramsden, mossa da manovella, è passata nella storia; essa, completamente trasformata, ha assunto proporzioni gigantesche ed è azionata da uno o più motori elettrici; oggi lo studio del medico non rassomiglia più a quella specie di laboratorio chimico, dove risaltavano specialmente e pile e lambicchi, ma ha l'aspetto d'una centrale elettrica in miniatura: ecco là un trasformatore per la galvano-caustica, laggiù un raddrizzatore di correnti alternate, un motorino per la tremuloterapia; ecco un piccolo generatore trifase per un bagno idroelettrico; al muro un vero quadro di manovra ;lampade ad arco, ad incandescenza di tutti i colori, riflettori, galvanimetri, amperometri, voltmetri, ponti di Wheatston e cento altri ancora.

E se al medico parleremo di tutte queste cose di cui egli ha bisogno, e che ci appartengono, non dovremo conoscere il modo di usare gli apparecchi di cui è munito il suo gabinetto, e conoscerne, sia pure sommariamente, la loro azione terapeutica? Non dovremmo sapere che cosa s'intende per: *galvanizzazione, faradizzazione semplice, faradizzazione sinusoidale, elettrolisi medicale, cataforesi elettro-endoscopia* e *diafanoscopia, galvano-caustica, radioscopia, radiografia, radio* e *fototaropia, elettromagnetoterapia, arsonvalizzazione, franklinizzazione, tremuloterapia, aeroterapia, kinesiterapia,* ecc.?

Unendo così i due elementi, il medico e l'elettrotecnico, non v'ha dubbio che un nuovo e molto più vasto campo di applicazione troverà l'elettricità nella medicina.

M'accorgo che la premessa è già troppo lunga e mi affretto perciò a sviluppare la tesi che mi sono proposta, passando in rapida rassegna i diversi apparecchi usati nell'elettroterapia moderna, attenendomi, il più possibile, ai loro particolari tecnici.

Mi reputerò ben fortunato se, a termine di questa mia comunicazione, mi sarà dato sentire il parere di questa eletta assemblea sulle mie proposte.

Digitized by Google

Ed entro subito in argomento.

L'elettricità trova applicazione nella medicina, che ne utilizza i suoi effetti *fisiologici, termici, chimici, magnetici* e *meccanici;* nella così detta *tecnica di Röntgen* e nella *fototerapia.* Specie in queste ultime due, ed in qualche altra che verrò brevemente accennando, l'elettricità forma una categoria a sè e vi rimane *fattore indiretto* nella cura. Nella stessa categoria troviamo la cosidetta *tremuloterapia* e la *kinesiterapia;* meglio sarebbe però comprendere queste nelle *azioni meccaniche* prodotte dalla corrente elettrica.

Nell'*aeroterapia* l'elettricità serve, se non si fa uso di altri motori, per azionare, con motore elettrico, un compressore d'aria. L'aeroterapia rende speciali vantaggi a quella classe speciale di medici che si dedicano alle malattie delle vie respiratorie; sovente agli specialisti di *otoiatria,* e molto ai *ginecologici.* La cura consiste nella aspirazione od iniezione dell'aria che fu prima spinta attraverso a medicamenti speciali, e dei quali essa s'impregna.

La *tremuloterapia,* altrimenti detta *massaggio vibratorio,* ha completamente sostituito il *massaggio a mano,* costosissimo e di limitata efficacia. I motorini elettrici di un decimo di *cavallo,* muniti di una trasmissione flessibile e di un *vibratore* all'estremità, hanno trovata un'importante applicazione in questo sistema di cura. Di vibratori se ne sono costruiti di tutte le forme e dimensioni, aventi ognuno uno scopo speciale. La tremuloterapia è specialmente indicata nella cura del *reumatismo muscolare,* negli *stravasi sanguigni,* nelle *affezioni articolari,* e simili; risultati splendidi furono ottenuti dal massaggio vibratorio delle *mucose.*

La *kinesiterapia,* detta anche *terapia del moto* o *ginnastica medica,* è diventata una delle cure più importanti ed è dal medico prescritta a chi è obbligato ad una vita sedentaria, ai rachitici, ed in generale per lo sviluppo del nostro organismo. Per questa terapia si sono costruiti una quantità innumerevole di apparecchi, la descrizione dei quali richiederebbe uno studio speciale.

Anche indirettamente, però con altri effetti, l'elettricità trova applicazioni nella *tecnica di Röntgen* e nella *fototerapia;* mi ci fermerò molto brevemente, incominciando dai raggi Röntgen o raggi X.

La corrente elettrica, opportunamente interrotta da un apparecchio speciale, lanciata nell'avvolgimenio primario di un induttore, induce, nell'avvolgimento secondario, una corrente. La corrente che percorre l'avvolgimento secondario, arriva a tensioni altissime, scaricandosi, tra i due elettrodi, con scintille da 70 ad 80 cm. di lunghezza ed anche di più. Questa corrente è lanciata attraverso a dei

Digitized by Google

tubi speciali (*Croockes*) nei quali si producono i *raggi catodici*, che sono formati dal flusso invisibile uscito dal *catodo* normalmente alla sua superficie ed in cui la posizione dell'*anode* non ha influenza alcuna. I raggi che si producono in questi tubi, in cui la pressione è ridotta ad $^1/_{1,000,000}$ d'atmosfera, non attraversano il vetro che è opaco ai raggi catodici; allora dalle pareti del tubo, cioè dall'anticatodo, si propaga all'esterno un agente di natura diversa dai raggi catodici, e quest'agente, questi raggi, furono chiamati dal Röntgen raggi X (1895).

Gli accessorî più importanti di questo apparecchio sono gl'interruttori; tra i più usati vediamo quelli a mercurio e gli elettrolitici. Essi sono troppo conosciuti, perchè io mi fermi a descriverli; dirò solo che negli interruttori più moderni (specie quelli a mercurio) si cerca di regolare le interruzioni sia in numero come in ampiezza.

L'importanza che hanno i raggi X, sotto la denominazione di *radiografia* e *radioscopia*, nella diagnosi di numerose malattie e nella chirurgia, è abbastanza nota e non ha bisogno di essere ricordata. In questi ultimi tempi si è studiato molto l'*azione terapeutica* dei raggi X, cosidetta *radioterapia*, avverando delle guarigioni di *cancro*, di numerosi *affezioni della pelle* e specialmente del *lupus*.

Altro campo molto vasto per le applicazioni, indirette, dell'elettricità nella terapia, è la *fototerapia*. I risultati ottenuti dal professor Finsen di Copenhagen diffusero rapidamente l'impiego della luce elettrica a scopo terapeutico.

Il metodo Finsen è stato adottato su larga scala in tutte le importanti città dei paesi civili ed i risultati furono splendidi. Qui in Firenze esiste un importante Istituto fototerapico, e non sbaglio certamente dicendo che esso è il più completo che esista in Italia.

L'apparecchio originale, cioè quello del brevetto Finsen, è formato da una potentissima lampada ad arco (circa 80 amp.), i cui raggi luminosi sono raccolti da diversi cannocchiali portanti superiormente due lenti che rendono i raggi paralleli; inferiormente ve ne sono altre due che li convergono. Tra questa coppia di lenti circola dell'acqua, che raffredda i raggi. Le lenti sono di *quarzo*, il quale permette il passaggio dei *raggi chimici*. Dai cannocchiali i raggi sono diretti alla parte ammalata, sulla quale si pressano fortemente altre due lenti di quarzo, anch'esse munite di apparecchio refrigerante. Questo accessorio è quello che si chiama il *compressore* e fu studiato dal Finsen per produrre l'*ischemìa* nella parte colpita dai raggi ed evitare che il sangue, assorbendo i raggi chimici, impedisca la loro azione sul tessuto.

Digitized by Google

Alla lampada Finsen ne sono seguìte molte altre di dimensioni più limitate e finanziariamente più accessibili. Esse sono la *lampada Finsen Reyn*, la *lampada Dermo*, la *lampada Triplet*, ecc. Con tutti questi apparecchi si curano molte *malattie cutanee* e specialmente il *Lupus volgare*.

Fanno anche parte della fototerapia i cosidetti *bagni generali di luce* ed i *bagni parziali di luce*.

I bagni generali consistono in una cassa di legno (o di legno e vetro o porcellana) di forma prismatica, nella quale, nudo, prende posto il paziente, lasciando la sola testa al di fuori. Nell'interno di questa cassa prismatica sono accese da 40 a 50 lampade ad incandescenza di 16 o più candele. Un termometro visibile dall'esterno indica la temperatura interna, che può arrivare sino ad 80° centigradi ed anche più.

I bagni parziali di luce servono per sottoporre le sole gambe, le braccia od il torace all'azione della luce elettrica ad incandescenza.

Si sono costruiti anche dei bagni di *luce combinati*, nei quali la sorgente di luce e di calore è rappresentata da lampade elettriche ad incandescenza e ad arco.

I bagni di luce con lampade ad incandescenza, nei loro effetti terapeutici, non differiscono da quelli ad aria calda, giacchè nei primi i *raggi chimici*, emessi dalle lampadine, sono appena percettibili. I bagni di luce combinati, incandescenza ed arco, raggiungono invece il duplice scopo.

L'azione benefica dei bagni di luce è quella di favorire il cosidetto ricambio della materia; si curano altresì con essi i *reumatismi articolari* e *muscolari*, l'*obesità*, la *gotta*, il *diabete*, la *nefrite*, ecc.

A questa prima categoria di applicazioni dell'elettricità nella medicina appartengono ancora l'*elettro-endoscopia* e *diafanoscopia*, la *galvano-caustica* e la *elettromagnetoterapia*.

Nell'*elettro-endoscopia* e *diafanoscopia* l'elettricità serve per la produzione di luce ad incandescenza. A tale scopo, si costruiscono *lampadine frontali* ed altre foggiate in modo da poter essere introdotte nella gola, nell'esofago e nella cavità gastrica per illuminare le parti ammalate da operarsi.

Nella *galvanocaustica* la corrente elettrica ha lo scopo di rendere incandescenti dei fili di platino che servono per la cauterizzazione delle ferite, per l'apertura dei tessuti e per la distruzione di neoformazioni, specialmente negli occhi, nelle orecchie, nel naso, nella bocca, ecc.

Digitized by Google

L'intensità di corrente necessaria per la galvanocaustica arriva a 30-40 ampère e si può ottenere a mezzo di trasformatori speciali, facendo uso della *corrente stradale,* oppure di piccole batterie di accumulatori.

L'*elettromagnetoterapia* è entrata da poco tempo a far parte dei moderni sistemi terapeutici. L'apparecchio consiste in un grosso elettromagnete eccitato da corrente elettrica alternata. Qualora si disponga di corrente continua si costruirà il magnete in modo che possa rotare intorno ad un traversale a quello della bobina, e ciò allo scopo di produrre un campo magnetico alternativo. Le spirali del magnete saranno di una resistenza tale da assorbire una corrente di circa 40 ampère d'intensità, alla tensione di 110 volt. Questo elettromagnete è provvisto di una resistenza addizionale per regolarne il *flusso magnetico,* ed è montato su di uno stativo scorrevole che ne permette lo spostamento in senso verticale, per poterlo situare con facilità all'altezza della parte del corpo da sottoporsi all'azione magnetica.

L'effetto fisiologico di questo elettromagnete è quello di un leggero solletico negli occhi, accompagnato da un bagliore appena visibile, allorchè gli organi visivi restano aperti per un breve tempo in prossimità del *nucleo* eccitato. È dimostrato che non tutti sentono l'effetto magnetico con pari intensità, e che esso produce sonnolenza ed eccita la secrezione lagrimale.

Questa cura viene specialmente indicata nella *neurastenia;* è però opinione di alcuni che l'effetto dipenda da *suggestione.*

Elettromagneti più piccoli, di altra forma, vengono usati nell'*oftalmoiatria* per estrarre delle scheggie di ferro che causalmente penetrano negli occhi.

***

Ed ora passo a quelle applicazioni dell'elettricità nella medicina, nelle quali l'elettricità entra come *fattore diretto* nella cura.

La *galvanizzazione* o *galvanoterapia* è l'applicazione della corrente continua a scopo terapeutico. Una batteria di 30-40 pile Leclanché disposte in serie è sufficiente allo scopo. Gli apparecchi trasportabili, ancora molto in uso, sono invece formati da piccoli elementi al *bicromato di potassa*, o Grenet. Oggigiorno, potendo disporre della corrente fornita dalle centrali elettriche per illuminazione, si usa, con opportune resistenze (lampade ad incandescenza) di ridurre la tensione al voltaggio voluto. Per tali applicazioni occorre naturalmente che la *corrente stradale* sia continua; se alternata, bisognerà

Digitized by Google

trasformarla a mezzo di opportuni raddrizzatori. L'impianto di un simile meccanismo è però economicamente possibile solo nel caso in cui il medico disponga di altri apparecchi, dove sia indispensabile la corrente continua.

Gli accessori più importanti di cui sono muniti gli apparecchi per la galvanizzazione sono quelli che servono per regolare e per misurare la corrente elettrica. Con le pile, per aumentare e diminuire la tensione, si possono inserire od escludere degli elementi dal circuito; con la corrente stradale invece, si può far uso di resistenze tali da permettere aumenti o diminuzioni di voltaggio anche di $^1/_{100}$ di volt. L'intensità di corrente viene misurata con dei *milliampermetri* di precisione. Altri accessorî anche importanti nella galvanoterapia sono un interruttore ed un invertitore di corrente, entrambi specialmente necessari nell'*elettrodiagnostica*.

Per la somministrazione della corrente elettrica al paziente si fa uso di elettrodi speciali che hanno molta importanza nella galvanoterapia. Vi sono elettrodi a *bottone*, a *disco*, a *trave*, a *placca*, a *pennello*, a *spazzola*, a *rullo* e cento altri. Questi elettrodi, nelle parti che vengono messe a contatto con il paziente, sono ricoperti di pelle o lana che si deve inumidire per l'applicazione.

La galvanizzazione si dice *stabile* allorchè l'applicazione si fa senza muovere gli elettrodi, e *labile* allorchè un elettrodo si tiene fisso e l'altro si muove sulla parte ammalata.

Numerosi sono gli effetti che si possono ottenere con la galvanizzazione: effetti delle *correnti galvaniche continue*, ed effetti delle correnti *galvaniche interrotte*. I primi riguardano la *galvanizzazione stabile*, l'*elettrolisi* e la *cataforesi*, delle quali parlerò in seguito; con i secondi si eccitano i muscoli nei così detti *punti motori*. Le contrazioni dei muscoli, allorchè si eccitano con le correnti galvaniche interrotte, sono in ragione diretta dell'*intensità* ed in ragione inversa della *resistenza organica*. Ordinariamente l'intensità di corrente non è che di pochi *milliampere*, ed il passaggio di corrente non è neppure percettibile; in generale si constata che l'elettrodo *catodo* dimostra effetti molto più intensi che l'*anodo*. Un medico francese ha testè sperimentalmente dimostrato che la corrente galvanica, d'intensità piuttosto rilevante, resa intermittente da un interruttore speciale, può far cadere in deliquio una persona che ritorna in sè non appena s'interrompe il circuito. La galvanizzazione è usata nella cura delle *malattie nervose* e dei *muscoli*, nelle *paralisi*, nell'*insonnia*, nei *reumatismi*, ecc. La direzione, la regolazione, l'intensità della corrente, la durata della cura e la resistenza organica

Digitized by Google

che s'interpone tra i due elettrodi, sono i fattori più importanti dei quali bisogna tener conto nella galvanoterapia.

La stessa sorgente di elettricità usata per la galvanizzazione, servirà per l'*elettrolisi* e la *cataforesi*.

L'elettrolisi per scopo terapeutico, avviene come appresso: il nostro organismo può considerarsi come un *conduttore elettrolitico*. Introducendo nel nostro tessuto due elettrodi si osserveranno gli stessi fenomeni dell'elettrolisi dei liquidi; l'azione della corrente provoca l'*elettrolisi* dei succhi di cui sono imbevuti i nostri tessuti.

L'effetto di questa reazione è direttamente proporzionale all'intensità di corrente; per la regolazione e misura della corrente si procede come nella galvanizzazione. Gli elettrodi usati per l'elettrolisi medicale sono specie di aghi di acciaio dorato, o di platino; ve ne sono ad una, a due ed a più punte.

L'elettrolisi può essere *mono* e *bipolare;* nel primo caso si usa di dare ad uno degli elettrodi grande superficie e sicuro contatto, frapponendo tra esso ed il corpo uno strato di creta umida, mentre l'altro s'introduce nei tessuti; nel secondo s'introducono entrambi gli elettrodi nei tessuti con uno od anche più aghi, in tal guisa si potrà avere l'azione elettrolitica attiva su di uno solo od in entrambi gli elettrodi. La massima intensità di corrente usata per l'elettrolisi non supera i 100 milliampere; per la *depilazione* è sufficiente una corrente inferiore ai due milliamper d'intensità.

L'elettrolisi trova applicazione per il trattamento dei *nei,* delle *papille,* per la *depilazione*, per la *coagulazione del sangue,* in alcune forme di *endometrite*, ecc.

Gli apparecchi necessari alla *cataforesi* sono gli stessi usati per la galvanizzazione e per l'elettrolisi, ad eccezione degli elettrodi. La corrente elettrica in questo sistema di cura ha lo scopo d'introdurre dei liquidi medicali, attraverso i tessuti della pelle, nel nostro organismo. L'azione *cataforica* della corrente si può spiegare come appresso:

Si supponga un tubo ad U, riempito di un liquido conduttore, munito, al punto centrale della parte inferiore, di una parete porosa; allorchè si farà passare la corrente attraverso il liquido si osserverà che, dopo un po' di tempo, una certa quantità di liquido si sarà portata dalla destra alla sinistra del tubo, o viceversa. È conosciuto che il trasporto dei liquidi attraverso sostanze porose, si chiama *endosmosi,* ed è appunto con essa che si provocano le *azioni cataforiche.*

Gli elettrodi per la *cataforesi* sono generalmente formati da recipienti di legno concavi, muniti di un serrafilo, il quale, a mezzo

Digitized by Google

di un filo di platino o di carbone, porta la corrente nella cavità ripiena di liquido. La chiusura di questi elettrodi avviene a mezzo di *carta pergamena, membrana di vescica, carbone di storta,* od anche con *dischi di argilla porosa.*

L'elettrodo attivo è quello contenente il liquido medicale. Appoggiando il lato poroso dell'elettrodo attivo sulla parte del corpo per dove si vuol introdurre la soluzione medicale, e posando l'altro su di un punto qualsiasi, del corpo, dopo di aver provocata la circolazione della corrente tra i due poli, osserveremo l'azione cataforica, che sarà tanto più efficace, quanto maggiore sarà l'intensità della corrente e la durata dell'operazione.

I medicamenti che si usano introdurre nel corpo attraverso i tessuti, mediante la cataforesi, sono numerosissimi. Cito ad esempio, la *cocaina,* il *chinino,* l'*ioduro di potassio,* l'*arsenico,* la *morfina,* ecc.

La *faradizzazione,* detta anche *faradoterapia,* è una delle applicazioni dell'elettricità a scopo terapeutico che data dalla scoperta delle correnti indotte. Di questi apparecchi, cosidetti faradici, se ne costruiscono di tutte le forme e dimensioni. Molti affermano che gli apparecchi d'induzione sono i soli che abbiano dato e diano dei risultati pratici nell'elettroterapia; chi conosce però le odierne applicazioni dell'elettricità nella medicina ed i suoi meravigliosi risultati, converrà che nell'elettroterapia moderna gli apparecchi d'induzione, abbenchè abbiano recato e rechino grandi servigi, sono passati in seconda linea. Gli attuali apparecchi d'induzione sono molto diversi dai primitivi rocchetti di Ruhmkorf, perchè il medico non si contenta più del classico e misterioso ronzìo del martelletto di Wagner, ma esso ha dimostrato di avere bisogno di una regolazione a gradazione sensibilissima della corrente del secondario, di una regolazione nel numero delle interruzioni, ed infine di una misurazione esatta della corrente primaria e di quella indotta, fatta con apparecchi pratici e della massima precisione.

In commercio abbiamo una vera falange di questi apparecchi faradici. Ve ne sono dei tascabili, nei quali il rocchetto d'induzione, le pile e gli elettroidi sono riuniti in uno spazio ristrettissimo; seguono quelli trasportabili, elegantissimi ed accessibili anche ai profani; negli studi medici moderni, se si può disporre di *corrente stradale,* l'apparecchio si deriva, con delle lampade ad incandescenza inserite su di esso, dalla rete di luce; in questi casi si procura quasi sempre di riunire su di un solo quadro gli apparecchi necessari alla galvanizzazione ed alla faradizzazione ed il quadro è provvisto di un *commutatore di Watteville* che permette di ottenere le correnti

Digitized by Google

galvano-faradiche, facendo arrivare contemporaneamente, sui due serrafili di presa, la corrente galvanica e quella faradica. Questa combinazione delle due correnti, cioè di quella galvanica e di quella faradica, serve per poter ottenere simultaneamente gli effetti elettrolitici e meccanici della corrente, combinando cioè il trasporto di *joni* con le azioni meccaniche, ad esempio la pulsazione dei muscoli, ecc.

Innumerevoli sono le varianti portate agli apparecchi di induzione. Usualmente si costruisce la bobina secondaria in modo che essa, scorrendo su apposita slitta, si possa avvicinare od allontanare dal primario; alcuni apparecchi sono provvisti di un regolo graduato che segna gli spostamenti della bobina secondaria, così da poter ripetere con scrupolosa esattezza le applicazioni; altri, specie i trasportabili, hanno il nucleo di ferro fisso ed è circondato da un tubo di metallo scorrevole lungo il nucleo stesso ed agente come schermo elettromagnetico; abbiamo apparecchi nei quali le spirali del primario e del secondario od anche di entrambi, sono divise in sezioni al fine di permettere, a mezzo di un commutatore apposito, di essere escluse od incluse dal circuito; altri costruttori, infine, usano di fare le bobine del secondario intercambiabili per poter aumentare o diminuire la potenzialità delle correnti indotte, in relazione della *resistenza ohmica* delle bobine stesse. Un apparecchio che raggruppa molte delle precitate modificazioni del rocchetto di Ruhumkorff è la cosiddetta slitta del prof. Du-Bois Reymond, che vediamo oggigiorno in quasi tutti gli studi medici.

Svariatissimi sono gl'interruttori. Il più usato è l'interruttore a martelletto, al quale ogni fabbricante dà forma diversa, che dovrebbe rappresentare un perfezionamento di quello primitivo. Molto ricercati sono gl'interruttori che permettono una regolazione nel numero delle interruzioni, per poter ottenere delle correnti indotte ad intervalli più o meno lunghi. Vi sono apparecchi che permettono da 60 a 3000 e più interruzioni al minuto.

Quasi tutti gli apparecchi per la faradizzazione sono muniti di un commutatore che permette di poter derivare dai morsetti dove si derivano gli elettrodi, la corrente *primaria* o *secondaria* del rocchetto.

Per la somministrazione delle correnti faradiche vengono usati gli stessi elettrodi che per la galvanizzazione; le loro forme e dimensioni sono svariatissime. I tanto conosciuti *elettrodi cilindrici tubolari* che servono per far sentire ai nostri muscoli gli effetti delle correnti faradiche, nulla hanno di comune con quelli della *faradoterapia.*

Digitized by Google

La faradizzazione ha azione eccitante sul *sistema nervoso* in generale, nelle *malattie dei tendini* e delle *articolazioni,* nei *reumi,* nella *neurastenia,* ecc.

Anche la corrente alternata si utilizza a scopi terapeutici con la denominazione di *faradizzazione sinusoidale.* Molti autori tedeschi distinguono le due correnti usate per la faradizzazione in *correnti alternate faradiche* e *correnti alternate sinusoidali;* altri denominano le prime *correnti indotte o pulsatorie* e le altre *correnti alternate.*

Queste due specie di correnti alternative, oltre che differire tra loro graficamente, differiscono anche nei loro effetti fisiologici. Infatti le correnti alternate faradiche si fanno sentire nel nostro organismo con brusche e dolorose contrazioni dei muscoli, mentre le alternate sinusoidali, nei limiti di una certa frequenza e tensione, sono molto più regolari e sopportabili.

Queste *correnti sinusoidali* hanno trovato, specialmente in questi ultimi tempi, vastissime applicazioni nell'elettroterapia utilizzando le correnti alternate *mono* e *polifasi;* esse trovano poi speciale applicazione nei *bagni idroelettrici* ed hanno azione efficacissima nello sviluppo dei *tessuti muscolari,* nelle *malattie cardiache,* ecc.

Se la corrente stradale è continua sarà necessario un piccolo trasformatore rotativo per generare la corrente alternata semplice o trifase; dal generatore la corrente verrà lanciata attraverso i circuiti primari di bobine trasformatrici, che permettono di regolare la corrente secondaria. Queste piccole bobine trasformatrici differiscono da quelle dei rocchetti d'induzione per la sola mancanza del martelletto interruttore, giacchè le variazioni del campo magnetico sono prodotte dalle stesse alternazioni della corrente.

Se si tratta di corrente alternata trifase saranno tre le bobine trasformatrici e le correnti; dai secondari, collegati a *stella* od a *triangolo,* verranno applicate direttamente sul paziente a mezzo di opportuni elettrodi, oppure mediante i bagni idroelettrici.

Riassumendo dunque, nei casi in cui si dispone di corrente continua, questa verrà trasformata in corrente alternata mono o polifase, eppoi lanciata nei circuiti primari delle bobine trasformatrici e dai secondari di queste al paziente.

Disponendo di corrente alternata, il macchinario sarà di molto semplificato, ma tuttavia si raccomanda di fare sempre uso di trasformatori speciali onde poter regolare la frequenza e la tensione, giacchè è dimostrato che la corrente alternata a piccola frequenza è preferibile, per i suoi effetti fisiologici più gradevoli, alle correnti di *frequenza industriale.*

Digitized by Google

I *bagni idroelettrici,* rappresentano nell'elettroterapia un metodo speciale per la somministrazione delle correnti faradiche o galvaniche; il quale è favorito dal fatto che la pelle, a contatto dell'acqua, perde una parte della sua resistenza ohmica e permette il passaggio di una maggior quantità di corrente. I bagni idroelettrici permettono anche degli effetti *endosmotici* per l'introduzione nel corpo di sostanze medicali attraverso i tessuti ossia la *cataforesi generale.* La corrente usata per i bagni idroelettrici può essere quella faradica oppure l'alternata semplice o trifase.

In quest'ultimo caso i bagni prendono nome di bagni *sinusoidali* e si distinguono in: bagni *monopolari* allorchè il paziente viene posto a contatto, con la parte del corpo fuori dell'acqua, e con uno degli elettrodi, mentre l'altro è immerso nel liquido; *bagni bipolari* allorchè il paziente trovasi nel bagno tra i due elettrodi. Da circa un anno sono apparsi dei nuovi tipi di bagni idroelettrici molto interessanti, chiamati *bagni a bacinelle* e propriamente a *due*, a *tre*, a *quattro* ed anche a *cinque bacinelle.* Il più usato è il bagno a quattro bacinelle, che consiste in quattro recipienti di vetro o porcellana sui quali sono fissati elettrodi di carbone. In questi recipienti si mette dell'acqua pura o mista con delle soluzioni medicali ed in essi il paziente immerge le braccia e le gambe. La corrente per andare da un polo all'altro, è obbligata ad attraversare il corpo, cosa che non avviene nei bagni generali nei quali la corrente percorre sempre la via più breve, cioè l'acqua che ha meno resistenza. Ognuno di questi bagni a quattro bacinelle ha per accessori un quadro di distribuzione per la corrente continua, indotta ed alternata con commutatori, interruttori, reostato ed anche un piccolo trasformatore rotativo qualora, disponendo di sola corrente continua stradale, le applicazioni si dovessero fare anche con la corrente sinusoidale. I bagni idroelettrici sono indicati nelle *malattie del ricambio,* nelle *affezioni cardiache,* ecc.

La *franklinizzazione* è l'applicazione dell'*elettricità statica* a scopi terapeutici. Non mi fermerò sulla descrizione della macchina che serve alla sua produzione perchè essa è abbastanza conosciuta; dirò solo che le macchine a *strofinio* sono state completamente sostituite da quelle ad *influenza* ed il tipo più in uso è quella *autoeccitatrice di Wimshurst;* quasi tutte sono munite di *condensatore* e coperte da una custodia di vetro per preservarle dalla polvere e per poterle rinchiudere in un piccolo ambiente ove sia facile, con l'accensione di lampadine elettriche o con sostanze *igroscopiche* racchiuse con essa, preservarle dall'umidità.

Digitized by Google

L'elettricità statica a scopo terapeutico può essere somministrata in diversi modi, che io per brevità cito solamente:

Con i *bagni elettrici generali,* con la *doccia elettrica,* con il *vento elettrico,* con il *fiocco elettrico,* con la *frizione elettrica* e con la *scintilla elettrica;* gli elettrodi speciali di cui si fa uso sono abbastanza conosciuti. L'azione terapeutica del bagno generale, della doccia e del fiocco elettrico è indicata per l'*isterismo e la neurastenia,* del vento elettrico per la *cicatrizzazione delle ulceri varicose,* ecc., della scintilla elettrica per le *nevralgie, paralisi,* ecc. Le correnti statiche trovano anche applicazioni nella cataforesi e per la produzione dell'*ozono;* esse sono anche usate per la produzione dei raggi Röntgen.

Le *correnti ad alta frequenza* del Tesla trovano anche importanti applicazioni per scopi terapeutici; mentre il Tesla studiava il modo di produrre delle correnti ad alta frequenza, D'Arsonval ne cercava gli effetti fisiologici e le indicazioni terapeutiche: donde il nome di *arsonvalizzazione.* Molti chiamano questa cura anche *teslaizzazione.*

L'apparecchio per la produzione delle correnti ad alta frequenza, consiste in un grosso rocchetto d'induzione come quello usato per la produzione dei raggi X. Gli estremi del circuito secondario sono collegati ciascuno con l'armatura interna di un condensatore la cui asta metallica verticale ne porta un'altra trasversale, nella parte superiore, munita di un manico ad un'estremità ed all'altra di una sfera metallica. L'insieme di queste due aste metalliche viene ordinariamente conosciuto con il nome di *spinterometro.* Le armature esterne del condensatore sono riunite ad un solenoide di filo di rame; allorchè si lancia la corrente nel rocchetto, avviene una serie di scariche alternate tra le sferette dei condensatori, la cui frequenza può arrivare ad un *milione* di alternazioni al minuto primo. Nel solenoide si induce una *corrente alternata di altissima frequenza e grandissima tensione,* che può essere derivata con opportuni elettrodi per le applicazioni. Vi sono elettrodi per l'*arsonvalizzazione locale* che variano di poco da quelli usati con l'elettricità statica.

Con un grande solenoide a filo grosso in sostituzione del piccolo testè citato, e capace di contenere una persona, si procede alla *autoinduzione.* Il paziente si chiude nell'interno del solenoide, detto anche *gabbia di D'Arsonval;* la corrente ad alta frequenza, che percorre il solenoide, ne induce altra sul corpo del paziente. Le correnti ad alta frequenza sono indicate nelle *malattie del ricambio,* nella *gotta,* nell'*asma,* ecc.

Digitized by Google

Non è però stato ancora ben determinato se il successo di questo metodo di cura sia dovuto agli effetti di *autoinduzione* oppure a quelli di... *suggestione*. In Germania si è ancora molto scettici nel credere agli effetti terapeutici di queste correnti di Tesla, mentre in Francia ed in Inghilterra esse sono indicate come i sistemi di cura più efficaci.

Ed ora concludo, per non importunare maggiormente chi ha avuto la cortesia di ascoltarmi. Questo esposto ha, almeno lo spero, fatto conoscere ai signori elettrotecnici lo stato odierno delle applicazioni dell'elettricità nella medicina. L'esposizione non è stata nè dotta nè esauriente, ma questo non era il vero scopo della mia comunicazione.

Quanto ho detto basterà a dimostrare che l'elettrotecnico ed il medico hanno ancora un vasto ed interessante campo di studio da coltivare il quale porterà ad altre nuove e più importanti applicazioni dell'elettricità nella medicina e che i buoni rapporti che si potranno stabilire tra il medico e l'elettrotecnico, porteranno al perfezionamento degli apparecchi esistenti ed alla costruzione di nuovi. Il medico, terminati i suoi studi, accetterà volentieri di dedicare parte del suo tirocinio pratico allo studio dell'elettrotecnica per rendersi più famigliare con quell'agente ignoto che ha trovato modo di introdursi anche nella medicina per la cura del nostro organismo. E quantunque da una parte di scienziati non sia ancora stato determinato se gli effetti fisiologici, fisici e magnetici dell'elettricità si possano considerare come dei veri fattori di cura, o se la guarigione sia dovuta a semplice fatto suggestivo (come è il dire di molti), ciò non dovrà avere importanza nè per noi nè per il medico giacchè i successi non si devono ricercare nel *come* e con *quali mezzi* il sistema di cura raggiunga il suo scopo, ma nel fatto reale che esso ha portato aiuto e sollievo al sofferente.

Digitized by Google

N. 30.

VERBALE DELL'ASSEMBLEA GENERALE

(IX RIUNIONE ANNUALE)

FIRENZE, 8-12 ottobre 1908

ORDINE DEL GIORNO.

Domenica 8 ottobre:

Ore **10.** — Seduta inaugurale nell'Aula Magna del R. Istituto di di Studi Superiori (Piazza San Marco, 2).

» **15.** — Seduta nella Sede della Sezione di Firenze (via dei Benci, 10).
Relazione della Presidenza.
Comunicazioni della Presidenza.
Discussione dei bilanci.
Nomina dei revisori dei conti.
Regolamento della Biblioteca centrale.

Lunedì 9 ottobre:

Ore **9.** — Dott. G. DI PIRRO. *Sui circuiti telefonici ad attenuazione costante.*
Ing. P. LANINO. *L'applicazione della trazione elettrica alle grandi linee di valico.*
Ing. F. GENTILI (Relatore). *Sulla riforma dell'Ufficio delle privative industriali.*

Martedì 10 ottobre:

Ore **10.30.** Dott. O. SCARPA. *Ricerche magnetiche ed ottiche sui colloidi magnetici.*
Ing. R. CATANI. *Sui nuovi tipi di connessioni elettriche delle rotaie a contatti saldati mediante la fiamma ad acetilene.*

» **15.** — G. ROSTAIN. *Sull'elettricità nella medicina.*
Proposte riguardanti la Commissione internazionale per la standardizzazione del materiale elettrico.
Proposta della Sede dell'Assemblea generale del 1906.
Comunicazioni e proposte eventuali.

Digitized by Google

ESCURSIONI E RICEVIMENTI.

Domenica 8 ottobre:

Ore **18.** — Vermouth offerto dalla Sezione di Firenze nella Sede sociale.

Lunedì 9 ottobre:

Ore **15.** — Ricevimento a Palazzo Vecchio da parte delle Autorità comunali.

» **17.** — Visita della fabbrica di automobili *Florentia* (Viale in Curva).

Martedì 10 ottobre:

Ore **7.** — Gita a Doccia per la visita dello Stabilimento Richard-Ginori.

» **21.** — Pranzo offerto dai soci della Sezione di Firenze.

Mercoledì 11 ottobre:

Ore **9.30** Visita alla Centrale della Società Toscana per imprese elettriche.

» **14.** — Convegno all'Officina Galileo per la visita all'officina stessa.
Visita alla prossima Officina dei Tramvays.
Gita in tramway al Viale dei Colli.

» **18.** — The offerto dagli industriali della città, al Piazzale Michelangelo.

» **20.** — Pranzo offerto dagli industriali.

Giovedì 12 ottobre:

Ore **7.** — Partenza dalla Stazione di Santa Maria Novella per San Giovanni Valdarno. Visita delle ferriere.

» **12.** — Colazione a San Giovanni Valdarno.

» **14.** — Partenza per Castelnuovo. Visita alla miniera di lignite della Società Mineraria ed Elettrica di Valdarno.

» **21.** — Arrivo di ritorno a Firenze.

Oltre la circolare contenente l'ordine del giorno delle sedute ed il programma dei ricevimenti e gite, fu anche inviato dal cassiere generale il bilancio consuntivo 1904 ed il bilancio preventivo 1906. Li riproduciamo unitamente alla Relazione dei revisori dei conti, che li accompagnava.

Digitized by Google

RELAZIONE DEI REVISORI DEI CONTI.

Egregi Colleghi,

Per corrispondere alla fiducia che ci avete dimostrata nell'affidarci la revisione dei conti per l'esercizio 1904, abbiamo proceduto alla verifica saltuaria dei libri e dei documenti giustificativi sia delle entrate che delle spese. Rilevammo che la gestione del cassiere centrale comm. ing. Lattes, oltre all'esattezza nel servizio di cassa, mantiene nell'amministrazione dei fondi quel carattere di economia ben intesa e di interesse sociale, che porta a curare il maggior reddito nei cespiti d'entrata con giusta prudenza nelle spese correlative.

Il risultato economico si traduce in un avanzo di L. 3395,64, il quale aggiunto al fondo esistente di L. 8764,46, eleva il fondo sociale disponibile a L. 12,160.10, che abbiamo verificato regolarmente inscritte nel conto corrente n. 1473 presso la Banca Commerciale intestato al cassiere centrale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Come potete rilevare dalle ultime voci dei capitoli all'uscita, la Sede Centrale ha provveduto decorosamente alle spese di rappresentanza della Associazione stessa; ed in vista appunto dell'importanza che ogni anno acquista in più la nostra Associazione, noi dobbiamo rallegrarci di veder costituirsi un fondo patrimoniale sufficiente ad ogni futura evenienza. Ma nell'interesse altresì di questo avvenire, mancheremmo al nostro dovere di revisori, non accennando al ritardo con cui alcuni contributi sezionali pervengono alla Sede Centrale. A noi non è dato precisare se ciò dipenda da trascuranza dei singoli soci o da quella delle Sezioni; comunque sia però un rimedio è necessario e noi confidiamo che vi provveda opportunamente l'applicazione severa del nuovo regolamento.

E questo, permettendo di cancellare nei rendiconti futuri la partita dei residui sezionali di dubbia esigibilità, gioverà a guarentire le previsioni del bilancio e avvantaggierà l'andamento dell'azienda sociale.

GIOVANNI DELL'ORO
GIUSEPPE ANGELINI.

Digitized by Google

Sede Centrale. — Bilancio consuntivo (Esercizio 1904). — Sede Centrale.

Entrata.

		Consuntivo	Preventivo	Differenza
Contributi sezionali:				
Sezione di Bologna	L. 690 —			
» Firenze	750 —			
» Genova	660 —			
» Milano	3,760 —			
» Napoli	1,255 —			
» Padova	600 —			
» Palermo	200 —			
» Roma	1,845 —			
» Torino	2,160 —			
		11,920 —	11,300 —	+ 620 —
Pubblicità sugli Atti:				
Competenza 1904	L. 515.11			
» 1905	622.39			
		1,137.50	500 —	+ 637.50
Vendita e abbonamenti Atti	L.	222.50	..	+ 222.50
Ricavo per estratti dagli Atti		748.60	..	+ 748.60
Interessi e diversi		450.90	200 —	+ 250.90
Vendita distintivi sociali		111 —	..	+ 111 —
Riscossione residui 1903:				
Per pubblicità sugli Atti	L. 107.20			
» estratti dagli Atti	9 —			
» contributi sezionali	90 —			
» proventi vari	36 —			
		242.20	..	+ 242.20
	L.	14,832.70	12,000 —	+ 2,832.70

Uscita.

	Consuntivo	Preventivo	Differenza
Atti:			
Testo L. 4,279.30			
Figure 782.62			
Estratti 963.45			
Avvisi di pubblicità 370.85			
Spedizione 870.41			
	7,266.63	7,300 —	— 33.37
Stampati diversi L.	237.10	250 —	— 12.90
Personale	1,150.50	900 —	+ 250.50
Locali della Sede Centrale	400 —	300 —	+ 100 —
Spese postali	182.69	250 —	— 67.31
Cancelleria e diverse	252.45	250 —	+ 2.45
Distribuzione periodici alle Sezioni	74.72	100 —	— 25.28
Acquisto di mobilio	48 —	..	+ 48 —
Distintivi sociali	145 —	..	+ 145 —
Riunione annuale	726.32	600 —	+ 126.32
Targa per il monumento a Galileo Ferraris	350 —	..	..
Spese per l'Esposizione di St.-Louis (1)	103 65	2,050 — a disposiz.	— 1,046.35
Contributo dell'A. E. I. per un ricordo all'American Institute of Electrical Engineers	500 —	..	..
Totale uscita	11,437.06	12,000 —	— 562.94
Saldo a pareggio	3,395.64	..	+ 3,395.64
L.	14,832.70	12,000 —	+ 2,832.70

Situazione esistente al 1° gennaio 1905.

Fondo esistente al 1° gennaio 1904	L.	8,764.46
Saldo attivo dell'esercizio 1904		3,395.64
	L.	12,160.10

Stato patrimoniale alla chiusura dell'Esercizio 1904.

1. Contanti in cassa	L.	12,160.10
2. Mobilio		290 —
3. Distintivi sociali		24 —
4. Periodici ricevuti in cambio (a prezzo d'origine)		3,000 —
5. Pubblicazioni sociali in magazzino		1,700 —
Conto crediti esigibili:		
Residui sezionali 1904 L. 280 —		
Diversi 30.75		
		310.75
	L.	17,484.85

Il Cassiere: O. LATTES.

(1) Con i pagamenti eseguiti posteriormente alla compilazione del bilancio le spese per l'Esposizione di St.-Louis ammontano a L. 191,20.

Digitized by Google

Sede Centrale. **Bilancio preventivo per l'esercizio 1906.** **Sede Centrale.**

Entrata.	1906	Preventivo 1905	Differenza
Contributi sezionali . . . . . L.	12,500	12,500	. .
Pubblicità sugli Atti.	1,000	1,000	. .
Interessi e proventi diversi . . .	500	500	. .
L.	14,000	14,000	. .

Uscita.	1906	Preventivo 1905	Differenza
Pubblicazione Atti. . . . . L.	7,000	7,000	. .
Spedizione Atti.	1,000	1,000	. .
Stampati diversi	250	250	. .
Amministrazione	1,200	1,200	. .
Spese pastali.	300	300	. .
Cancelleria e diverse	300	300	. .
Distribuzione periodici alle Sezioni	100	100	. .
Rilegatura dei periodici ricevuti in cambio	400	400	. .
Contributo per il locale occupato dalla Sede Centrale.	400	400	. .
Riunione annuale	1,000	1,000	. .
Quote inesigibili.	. .	250	— 250
Trasferimento della Sede Centrale	1,000	. .	+ 1,000
Impreviste	550	300	+ 250
Riserva per l'incremento del patrimonio sociale	500	1,500	— 1,000
L.	14,000	14,000	. .

Il Cassiere: O. LATTES.

Digitized by Google

All'Assemblea sono intervenuti i seguenti soci:

SEZIONE DI BOLOGNA.

Maccaferri ing. Umberto, Marieni ing. Salvatore, Stramezzi ing. Giuseppe, Vassura prof. Giuseppe.

SEZIONE DI FIRENZE.

Abbatecola Livio, Amari ing. Michele, Bazzi prof. Eugenio, Castelfranco ing. Guido, Chiari ing. Cesare, Cini Giovanni Cosimo, Corsini ing. Ernesto, De Goracuchi cav. Fiorenzo, Dunn dott. William, Farina on. cav. Emilio, Ferrari ing. Carlo, Frassetto ing. N. Pompilio, Funaioli ing. Ugo, Giorgi ing. P. Luigi, Gregory Smith G., Lenci cav. ing. Giuseppe, Magherini Silvio, Magrini dott. Francesco, Mannucci ing. Achille, Marchi Guglielmo, Mariani cav. Guido, Martinez ing. Giulio, Minuti Florenzio, Molfino ing. Pietro, Mondolfi ing. Alberto, Niccolini marchese Giorgio, Papini Carlo, Pasqualini prof. Luigi, Picchi ing. Alberto, Poggi ing. Leone, Pozzolini ing. Luigi, Rampoldi ing. Attilio, Rognetta ing. Francesco, Roiti prof. Antonio, Rosselli ing. Angiolo, Roster ing. Alighiero, Santarelli ing. Giorgio, Sequi dott. Ubaldo, Sizia cav. ing. Francesco, Spallicci ing. Domenico, Tarchiani ing. Vittorio, Tolomei ing. Mario, Torsellini ing. Tullio, Verità Attilio, Vimercati conte prof. Guido, Direzione Tramways Fiorentini, Società Telefoni Italia Centrale, Scuola professionale Leonardo da Vinci, Società Toscana Imprese Elettriche.

SEZIONE DI GENOVA.

Ammirato ing. Giuseppe, Cappellini Vittorio, Cuneo prof. Nicolò, Erbschloch ing. Paolo, Gismondi ing. Federico, Rumi ing. prof. Sereno, Schenone Giovanni, Wicchmann ing. Giovanni.

SEZIONE DI MILANO.

Alessandri ing. Eugenio, Arnò prof. Riccardo, Barzanò ing. Carlo, Bertini ing. Angelo, Bracco ing. Giambattista, Buschetti ing. Claudio, Castoldi ing. Marco, Civita ing. Domenico, Comboni ing. Giuseppe, De Andreis ing. gegnere Luigi, De Vleeschauver ing. Gastone, Finzi irg. Vittore, Fumero Ernesto, Gavazzi Adolfo, Geiger ing. Arminio, Jona ing. Emanuele, La Porta ing. Andrea, Motta ing. Giacinto, Nobili ing. Dino, Orefici ing. Giuseppe, Pitter ing. Antonio, Reinacher ing. Gustavo, Semenza ing. Guido, Viglia ing. Ettore, Vinca cav. Giovanni, Société Anonyme Westinghouse.

SEZIONE DI NAPOLI.

Bonghi cav. ing. Mario, Caneva ing. Aristide, De Seras ing. Mattia, Ricco ing. Alfredo, Ruffolo Ernesto, Ruffolo ing. Francesco, Scarpa dott. Oscar, Utili Giuseppe, Vismara ing. Emerico, Vallauri Riccardo.

Digitized by Google

SEZIONE DI PADOVA.

Finazzi dott. Luigi, Lori ing. prof. Ferdinando, Minari ing. Giuseppe, Valduga ing. Ugo.

SEZIONE DI ROMA.

Ascoli cav. dott. prof, Moisè, Banti prof. Angelo, Bernieri Marco, Cantono cav. ing. Eugenio, Catani ing. Remo, Celeri ing. Ferruccio, Di Pirro dott. Giovanni, Fano prof. Gino, Fiorentini ing. Filippo, Gentili ing. cav. Federico, Giorgi ing. Giovanni, Kerbaker ing. E. A., Lattes Comm. ing. Oreste, Masera ten. Pompeo, Mazzolani ing. Giulio, Milazzo ing. Vincenzo, Netti ing. Aldo, Novellis di Coarazze bar. ing. Alfonso, Piccinini ing. Eugenio, Salvadori ing. Riccardo.

SEZIONE DI TORINO.

Bonini ing. cav. Carlo Federico, Capuccio ing. Mario, De Benedetti ing. Emilio, Ferraris ing. prof. Lorenzo, Gola ing. Giovanni, Imoda ing. Giuseppe, Morra ing. prof. cav. P. Paolo, Pinna cav. ing. Raffaele, Ponzani dott. cav. Vittorio, Ponzio dott. prof. Giacomo, Rostain cav. Alfredo, Rostain Giuseppe, Silvano ing. Emilio, Soleri ing. Elvio, Municipio di Spoleto.

Domenica 8 ottobre.

Seduta inaugurale.

La seduta ha luogo nell'aula magna del R. Istituto di studi superiori. Intervengono numerosissimi soci delle varie Sezioni.

Sono al banco presidenziale il prof. PASQUALINI, *presidente della sezione di Firenze,* il prof. ASCOLI, *presidente dell'A. G. I.* e l'ing. SALVADORI, *segretario generale.*

Si apre la seduta alle ore 10.

Prende la parola il prof. PASQUALINI.

Permettetemi, egregi colleghi, anzitutto di ringraziare, a nome della Sezione toscana, l'Illmo sopraintendente dell'Istituto di studi superiori e il Consiglio accademico, che ci hanno concesso d'inaugurare i nostri lavori nella maggior aula di questo Istituto, tanto ricco di tradizioni scientifiche; di ringraziare l'onorevole rappresentante del Governo, che si compiacque con la sua presenza di rendere più solenne questa riunione.

A voi venuti da fuori il benvenuto dell'onorevole sindaco, che volle concedermi il sommo onore di qui rappresentarlo.

Digitized by Google

A voi il benvenuto dei vostri colleghi della Sezione toscana, riconoscenti che abbiate scelto Firenze per sede della vostra riunione, onorati e felici di avervi per alcuni giorni qui fra loro.

La città che questa volta vi ospita non può presentarvi le grandi manifestazioni industriali di cui ben a ragione si gloriano altre città sorelle: Firenze, sovrana nella ricchezza artistica, di cui va superba, insuperabile per la bellezza delle sue terre, non può oggi aspirare di essere annoverata fra le prime per le industrie, quantunque un giorno sia stata fra le primissime del mondo e alcuni de' più bei nomi delle sue illustri famiglie ricordino glorie d'industrie e commerci piuttosto che d'armi e conquiste.

Ma, se a un breve periodo di floridezza per concentramento di vita politica succedette un naturale periodo di torpore, ora questo periodo è trascorso, e Firenze e la Toscana camminano a grandi passi nella via del risveglio.

Due soli numeri a voi basteranno per darvi un'idea di questo risveglio.

Gl'impianti elettrici della Toscana, che erano 110 nel 1896, con una produzione annua di 3,000,000 di kw., divennero 193 nel 1900 ed oggi sono 296, con una produzione annua di ben 15,000,000 di kw. e una potenza installata di circa 17,000 cavalli.

E come l'industria elettrica tutte le altre industrie progrediscono con moto rapidamente accelerantesi, ed io mi lusingo che nel lasciarci porterete con voi il convincimento che la Toscana non è soltanto culla dell'arte e cuore dell'italianità, ma può esser campo fecondo all'attività industriale.

(*Applausi vivissimi*).

Il prof. PASQUALINI legge poi la seguente lettera del sindaco di Firenze, che lo ha delegato a rappresentarlo:

" Firenze, 7 ottobre 1895.

« *Illmo Signor Presidente ed egregio Collega,*

« La ringrazio vivamente per il cortese invito alla seduta inaugurale del Congresso che l'Associazione Elettrotecnica Italiana terrà domattina nell'aula magna del R. Istituto di studi superiori. Ma, come io debbo, per un impegno precedente, privarmi, con mio grande rammarico, del piacere altissimo d'intervenire a questa importante riunione, così prego lei, illmo signor presidente, di voler portare, nella sua qualità di assessore del Comune, il benvenuto agli ospiti graditi, ai quali vorrà ben dire che Firenze si sente ono-

Digitized by Google

rata di essere stata prescelta a sede del Congresso, e che si augura possa sorgere dalle discussioni degl'illustri congressisti nuova scintilla di progresso in questa scienza destinata a portare, nelle diverse manifestazioni del commercio, delle industrie e delle arti, così benefiche e sostanziali trasformazioni.

« Accolga, egregio collega, la conferma della mia distinta stima e considerazione.

« *Devotissimo*
« I. NICCOLINI. »

(*Si applaude moltissimo*).

Il prof. PASQUALINI dà poi la parola al prof. LORI; egli dice:

Sono apportatore di una missione che viene dal cuore, e deve perciò avere il primo posto dopo i vivi ringraziameuti a chi ci ospita. Compiuto il giro nell'industriale America, sorge spontaneo in tutti noi il desiderio vivissimo di consacrare in forma sensibile il sentimento di gratitudine grandissima che tutti sentivamo per chi questo per noi memorabile viaggio ideò, organizzò e diresse. Non ci siamo più riuniti da quando ci separammo pel viaggio di ritorno, per cui questa è la prima e forse anche la migliore occasione per presentare al nostro presidente questo nostro ricordo sensibile di affetto e stima. La forma da noi scelta è vecchia, lo so; ma ciò abbiamo fatto apposta, perchè il ricordo stesso aumenti di solennità. Io non so quanti dollari costi questa medaglia; ma so di certo che è molto grande il sentimento di gratitudine che ci ha ispirati nel volerla.

E poichè ho la parola, permettetemi ch'io faccia un augurio: che si rinnovino spesso queste gite di comitive intellettuali; perchè io credo che esse possano fare un gran bene al nostro paese. La vecchia Europa ha dato tutto all'America: il pensiero, la morale, la politica, il commercio; ma l'America l'ha sorpassata nell'azione, ed è veramente opportuno che gli uomini che appartengono a tutti i rami dell'umana attività si rechino a vedere a qual punto questa nazione sia giunta.

(*Vivissimi applausi*).

ASCOLI. Io mi sento profondamente commosso di queste manifestazioni che, come giustamente ha detto il nostro collega professore Lori, partono dal cuore. Il viaggio in America fu realmente ispirato dai concetti ai quali il prof. Lori ha accennato; e se la non poca fatica che è costata l'organizzazione di un viaggio in paesi così lontani, accresciuta dalla circostanza che era il primo viaggio che si tentava, se questa fatica, dico, ha potuto portare un van-

Digitized by Google

taggio qualsiasi, anche di piccola entità come vantaggio immediato, ma che in avvenire possa arrecare maggiori benefici al nostro paese, ai nostri tecnici, questa fatica avrà il suo premio, il maggior premio al quale io possa avere aspirato. Questo ricordo rimarrà, siatene certi, uno dei più graditi, dei più cari della mia vita; e quindi di nuovo io ringrazio sentitamente i colleghi tutti che hanno voluto offrirmelo, ed in particolar modo il prof. Lori, che, come loro rappresentante, ha voluto dire le parole tanto affettuose che voi tutti avete udite, troppo sproporzionate alle benemerenze della modesta opera mia. (*Applausi*).

Al rappresentante del Governo a quello della città, che ci accoglie con la sua tradizionale cortesia, e di questo massimo istituto scientifico di Firenze, il quale continua oggi le gloriose tradizioni dell'antica coltura; al benemerito presidente della Sezione toscana, al valente e simpatico prof. Pasqualini, che, insieme ai suoi colleghi, ha preparato questa nostra riunione, io porgo, a nome dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, i più caldi ringraziamenti per il contributo da essi efficacemente portato alla riuscita del Congresso che oggi si apre.

A voi tutti qui convenuti dalle sezioni che abbiamo disseminate nelle diverse regioni d'Italia, io do il mio affettuoso benvenuto, lieto di potere ancora una volta presiedere ai vostri lavori ed alle vostre discussioni, che auguro sempre serene e feconde. Quest'aula, destinata al culto di severe discipline, ci invita a proseguire l'opera nostra non deviando mai da quegli alti intendimenti dai quali ebbe origine la nostra Associazione, sotto la guida di uno spirito eletto quale fu quello di Galileo Ferraris.

Con questa riunione di Firenze, l'Associazione chiude un primo ciclo delle sue peregrinazioni, ciclo formato dai Congressi di Milano, Torino e Como, Genova, Roma e Torino, Napoli-Palermo, Bologna-Padova-Venezia e Firenze. Tutte le Sezioni in questo ciclo fecero a gara per offrirci il modo di vedere ed ammirare quanto e quale sia il progresso dovunque compiuto nel campo della nostra attività, quante e quali siano le speranze di un ulteriore sviluppo delle industrie elettriche, quali vie ancora rimangono da percorrere, quali da aprire ancora.

Non vi ha dubbio che queste nostre peregrinazioni annuali per sè stesse hanno tale importanza da potersi con esse sole ritenere raggiunto uno degli scopi principali della nostra Associazione, quello di affratellare gli elettricisti di ogni regione d'Italia e di far conoscere a ciascuno il lavoro di tutti ed a tutti il lavoro di ciascuno.

Digitized by Google

E questo primo ciclo non poteva chiudersi meglio che coll'Assemblea in una città, dove ogni cosa è memoria e testimonianza di una grandezza che non ebbe uguali nè rivali in nessuna città del mondo.

Quando fu proposta la scelta di Firenze a sede del Congresso di quest'anno, ho udito dire che le industrie elettriche non vi avevano raggiunto uno sviluppo tale da meritare in modo particolare l'attenzione dei tecnici, quasichè l'industria e la scienza elettrica non derivassero da quella evoluzione del pensiero umano di cui il popolo di Toscana fu il fattore principalissimo; quasichè gli ingegneri elettricisti fossero insensibili alle meraviglie dell'arte, che in tanti esempi si confondono con le meraviglie dell'ingegneria; quasichè i nomi di Giotto e del Brunelleschi, di Leonardo da Vinci e di Michelangelo non appartenessero alla storia della ingegneria civile e meccanica non meno che a quelle dell'arte, e che Galileo Galilei non avesse della scienza nostra creati i fondamenti incrollabili. Il solo elenco dei nomi maggiori che Firenze e la Toscana diedero al mondo, e che nel mondo intero tennero alto e venerato il nome italiano anche nei tempi più tristi, e prepararono i tempi migliori, incute un senso di stupore e di venerazione.

Il solo elenco dei nomi minori, che in questa piccola regione fiorirono in tutti i campi dell'attività umana, basterebbe a formare la gloria di una grande nazione. E insieme alle forme più pure e più alte dell'arte e della scienza, qui fiorirono le industrie ed i commerci, la banca e l'organizzazione del lavoro, che lasciarono di sè orme profonde nel mondo antico. E il mondo nuovo porta un nome fiorentino.

A tanta grandezza, a tanta gloria, che vive sempre in ogni parte della Toscana non solo nei palazzi e nei musei, nelle vie e nelle chiese, ma anche nella innata gentilezza e nel delicato sentire che ammirate in questo popolo percorrendo le città e le campagne fin nei casolari sperduti sulla montagna, a tanta grandezza voi non potete rimanere insensibili, voi, che dalle lotte della vita quotidiana, sempre feconde ma non sempre serene, in un ambiente puro e sublime trovate oggi sollievo e ristoro.

Ma le glorie del passato richiamano alla nostra mente quelle del presente.

Alla sezione toscana appartiene un nome ormai indissolubilmente legato alla storia dell'elettrotecnica. Ognuno sa che questa disciplina ebbe origine dalla dinamo, ognuno sa che ormai tutto il mondo ne riconosce ed onora il creatore in Antonio Pacinotti. A lui

Digitized by Google

io, certo di interpretare il vostro sentimento, invio un reverente ed affettuoso saluto, a lui l'Associazione nostra, riunita in Toscana, deve dare un segno di ammirazione e onoranza.

Io ho l'onore di proporre, a nome anche del Consiglio generale, che, prima d'iniziare i suoi lavori, l'assemblea proclami Antonio Pacinotti presidente onorario perpetuo dell'Associazione Elettrotecnica Italiana. (*Vivissimi applausi di approvazione*).

Ed ora, mi sia permesso, o signori, di dirvi brevemente dell'opera e dell'azione della nostra ancor giovane Associazione, specialmente nell'ultimo triennio, durante il quale ebbi l'onore di tenerne la presidenza; se da questa azione potremo trarre fin da ora qualche compiacimento e qualche buon auspicio e insegnamento per l'avvenire, lo dobbiamo all'opera illuminata e costante dei miei illustri predecessori ed alla collaborazione concorde e continua di tutte le Sezioni, lo dobbiamo all'attività, autorità e competenza dei singoli soci e al disinteresse con cui tanti e tanti prestano l'opera loro; all'amore che questi portano alla nostra istituzione, senza il quale non c'è speranza di conseguire quella forza e quell'autorità, che sono le ragioni d'essere di una grande associazione nazionale.

Un nucleo compatto, ormai forte di quasi 1200 soci, che lavori con concordia di intenti ed in ogni occasione lotti per la conquista del bene comune e l'incremento di una delle forme più feconde dell'operosità della nazione, lasciando in disparte gli interessi particolari e le gare meschine, non mancherà di raggiungere i suoi fini. Le frequenti riunioni avvenute in quasi tutte le sezioni, le visite da molte organizzate, le conferenze pubbliche, le numerose comunicazioni d'indole tecnica e scientifica, le importanti discussioni sopra argomenti di interesse pubblico, sono i mezzi con cui si è particolarmente esplicata, in questo come nei passati anni, l'opera delle Sezioni, le quali tutte seguono nelle iniziative già più volte segnalate; tanto che non si potrebbero ormai nominare quelle che meritano speciale elogio senza farne l'elenco quasi completo.

Di questa attività gli Atti pubblicati dall'A. E. I., giunti ormai al IX volume, sono lo specchio fedele ma non completo, perchè talune iniziative negli Atti non possono trovare che fuggevole menzione e perchè taluni autori di comunicazioni trascurano di inviare i loro manoscritti. Ad ogni modo la mole dei volumi è sempre crescente ed è confortante che la loro diffusione vada allargandosi non solo pel crescere del numero dei soci e per l'estensione dei cambi da noi offerti; ma anche per gli acquisti e per le richieste di cambi che spesso ci sono fatte da società o periodici esteri.

Digitized by Google

Cosicchè possiamo constatare con compiacenza che l'A. E. I., non solo in Italia, ma anche all'estero, va conquistando una posizione sempre più importante ed una crescente considerazione.

A ciò hanno contribuito diversi altri fatti.

La visita nell'Alta Italia fatta nel 1903 dagli elettricisti inglesi, membri dell'« Institution of electrical Engineers » di Londra ed il viaggio in America compiuto dalla nostra Associazione nel 1904, dove un nuovo e cordiale incontro avvenne coi colleghi inglesi guidati ancora dal simpatico loro presidente signor Gray, contribuirono non poco a cementare ed estendere le relazioni tra la nostra Associazione e le consorelle d'Inghilterra ed America e non furono avvenimenti senza importanza per accrescere il credito dei tecnici italiani all'estero e le simpatie reciproche delle nazioni. Di ciò si ebbero molti e non dubbi segni, tra i quali mi piace ricordare un atto generoso compiuto dal signor Gray, il quale mi trasmise a favore delle infelici vittime del disastro di Calabria la cospicua offerta personale di 2000 lire: ho voluto cogliere questa occasione per esprimergli pubblicamente la nostra gratitudine. (*Applausi prolungatissimi*).

La nostra Associazione, come ho riferito l'anno scorso, ebbe al Congresso internazionale di Saint Louis una larghissima partecipazione; conseguenze di questo fatto furono l'invito di prender parte ad importanti commissioni internazionali, e il conferimento della massima onorificenza conseguita all'Esposizione di Saint Louis per la bella collezione di pubblicazioni e disegni dei principali impianti italiani, alla quale contribuirono con larghezza gli industriali nostri soci.

I vantaggi conseguiti, mentre accrescono il prestigio dell'Associazione ed il decoro del paese, c'impongono nuovi obblighi, poichè di fronte agli stranieri, ancor più che in casa nostra, dobbiamo dimostrare quella concordia e serietà di propositi che giustifichi e accresca l'estimazione di cui godiamo. La Presidenza ripetè ufficialmente l'invito già fatto verbalmente all'« American Institute of electrical Engineers di restituire la visita da noi fatta nel 1904, durante la quale fummo segno di tante e sì larghe cortesie. (*Approvazioni*).

Queste cordiali relazioni, stabilite con le società inglese ed americana ed avviate con quelle di altre nazioni, debbono, a parer mio, essere coltivate anche in avvenire non trascurando di organizzare escursioni tecniche, dopo l'ottima prova di quella dello scorso anno, e promuovendo in ogni modo il contatto coi colleghi stranieri.

Ne verrà anche, per un troppo frequente fenomeno di riflessione, un'accresciuta autorità dell'Associazione nel nostro stesso paese, au-

Digitized by Google

torità necessaria perchè nelle questioni che toccano gli interessi generali dell'elettrotecnica e delle industrie sorelle in relazione con la legislazione, coi provvedimenti fiscali e in genere con l'opera dei poteri pubblici, la nostra voce sia sempre più ascoltata come lo fu già in non poche occasioni durante la breve nostra esistenza.

I voti emessi dalle nostre assemblee furono sempre presi in considerazione dal Governo ed esercitarono una evidente influenza sulle sue deliberazioni. Tra i più recenti nostri atti in questo senso dobbiamo annoverare i seguenti:

La rappresentanza ufficiale al Congresso di Saint Louis fu nominata in seguito a nostra iniziativa presso i diversi Ministeri interessati. Fu accolta la nostra proposta di prendere parte alla Commissione internazionale per le unità elettriche. La Commissione nominata l'anno scorso dal Ministro dell'agricoltura, industria e commercio per lo studio dei provvedimenti legislativi sulle unità e misuratori elettrici, dietro nostra domanda, accolta da S. E. il Ministro e dalla Commissione stessa, sospese i suoi lavori in attesa di sentire il parere dell'A. E. I., la quale è ormai pronta a intervenire efficacemente. Anche nella vessata questione dell'applicazione della tassa sull'energia elettrica l'A. E. I. ha interposto i suoi uffici e io ho ragione di confidare che i desiderî espressi nelle nostre assemblee saranno pienamente esauditi, purchè si continui a procedere con la dovuta cautela.

Un'importante questione è posta all'ordine del giorno di questa assemblea generale: la questione della riforma dell'ufficio dei brevetti, riforma che in un periodo di eccezionale sviluppo industriale come quello che attraversiamo, ha acquistato un'importanza tale che non è più oltre tollerabile lo stato di abbandono in cui l'ufficio è lasciato e il modo con cui procedono le operazioni ad esso affidate. Non dubito che i nostri voti, appoggiati dalla competenza universalmente riconosciuta di non pochi dei nostri soci, saranno anche questa volta ascoltati.

Ma tutto ciò non è che un avviamento a maggiori conquiste. Noi dobbiamo non solo portare i nostri voti, ma dobbiamo ottenere che in tutte le questioni che interessano i nostri studi e le nostre industrie, i governanti, come già fanno i privati e i Municipi, anche fuori dei confini del Regno, sentano il nostro avviso invece di valersi dei soli funzionari, i quali, per quanto valenti e benemeriti, non possono giudicare con la necessaria conoscenza delle cose e delle persone.

Se ora vogliamo profittare dei risultati accennati e vogliamo conseguirne dei maggiori, dobbiamo soprattutto mantenere salda la

Digitized by Google

nostra compagine, giacchè è solo al carattere di Associazione Nazionale che dobbiamo la vitalità e l'importanza invidiateci da tante società tecniche sparse nei grandi e nei piccoli centri della penisola. E dobbiamo conservare, nel dirigere il nostro lavoro, quel disinteresse e quella elevatezza di vedute che solo possono rendere ascoltata la nostra voce. Ogni industria ha i suoi particolari interessi; nella stessa elettrotecnica i diversi specialisti possono avere interessi che si contrastano; ma prima di essere elettricisti siamo cittadini e prima di essere cittadini di Torino o Palermo, di Roma o Milano siamo cittadini d'Italia! Ricordiamolo in ogni occasione, se vogliamo essere ascoltati. (*Applausi*).

Signori, ho detto in principio che un primo ciclo delle nostre escursioni si chiude con la presente assemblea generale; ciclo non del tutto inglorioso. Ora si inizierà un secondo ciclo, secondo anello della catena che unisce tutti i colleghi italiani e che li unirà, non ne dubito, sempre più strettamente. Ma un desiderio io voglio esprimere.

Finora le riunioni annuali furono fatte nelle città che sono sedi di Sezione; nei soci tutti che hanno visitato queste città le accoglienze ricevute e le amicizie contratte o rinnovate hanno tenuto desto il desiderio di ripetere la visita, nella certezza di trovare la stessa fraterna ospitalità, nella certezza di trovare ovunque nuove iniziative, nuovi progressi, nuovi segni di operosità crescente.

Ma, o signori, nell'Italia nostra tesori di ogni specie si trovano dovunque nascosti e, massimo dei tesori, quello di popolazioni che chiudono in sè il germe di un grande avvenire, popolazioni che di antiche civiltà hanno conservato nel volto e nello spirito pura e profonda l'impronta e il vigore, sebbene della moderna ancora non abbiano ricevuto i beneficî. È anche in questi luoghi che voi dovete recarvi per distruggere infondati preconcetti, per rendervi conto dei bisogni e delle possibilità, per imparare a conoscere ed apprezzare, per aprire nuovi campi di attività. Poichè chi considera le cose spoglio di ogni preconcetto e studia con amore e indulgenza si convince che vasto è ancora il campo aperto all'industria in tutte le sue forme e in tutte le parti d'Italia: ed il campo, anche dov'è abbandonato, è promettente e pronto a ricevere il germe che vi porterete. Da questa convinzione grande forza può trarre il paese; e se a formarla l'Associazione nostra avrà dato il suo contributo, questa potrà vantare una nuova e non piccola benemerenza verso la Patria. (*Applausi prolungati*).

Digitized by Google

Seduta pomeridiana.

La riunione ha luogo nell'aula della Sezione toscana.

La seduta si apre alle ore 15.

PRESIDENTE. Comunico alcune variazioni all'ordine del giorno.

L'ing. Bonghi desidera intrattenere i colleghi sopra la questione della determinazione della tassa sull'energia elettrica. Dovrò toccare quest'argomento per riferire su quanto è stato fatto in esecuzione dell'ordine del giorno di Bologna, ciò darà occasione all'ing. Bonghi di prendere la parola.

Il prof. Arnò ha disposto per fare alcune esperienze dimostrative sulle variazioni che soffre il ciclo d'isteresi del ferro in condizioni speciali, esperienze che saranno eseguite in occasione della visita che noi faremo all'officina Galileo, la quale molto cortesemente si è prestata.

Anche il prof. Giorgi annuncia che intenderebbe fare una comunicazione preliminare sopra alcuni principî nuovi pel calcolo delle macchine elettriche. Comunicazione che sarò molto lieto di accogliere, se il tempo ce lo concederà.

1. Comunicazioni e relazione della presidenza.

PRESIDENTE. Una parte di quanto io volevo dirvi sotto questi due punti dell'ordine del giorno, fu già detto nella seduta inaugurale, restano però alcuni altri argomenti importanti da trattare, che formano parte insieme della relazione e delle comunicazioni. Su queste aprirò man mano la discussione.

Pubblicazioni. — Dello sviluppo che le nostre pubblicazioni vanno prendendo ho già accennato; piuttosto una parola conviene aggiungere sulla scelta delle memorie da stampare negli atti. Mentre da una parte sarebbe bene essere larghi nell'ammettere alla pubblicazione i lavori dei soci, d'altra parte non può neanche *a priori* ritenersi che qualunque comunicazione debba essere accettata. Il nuovo regolamento determina qualche caso nel quale non è possibile ammettere la pubblicazione, ma ci possono essere altri casi, e sono i più delicati. Qualche volta, sebbene raramente, la Presidenza ha dovuto, sempre d'accordo con l'autore, escludere dalla pubblicazione qualche lavoro, ma qualche altra volta è anche avvenuto che si siano pubblicati lavori che forse, anche indipendentemente dal loro

Digitized by Google

merito, sarebbe stato bene non vedere nei nostri atti. Certo è perchè se qualche critica si può muovere ai nostri atti, questa non si motiva dall'avere trascurato la Presidenza quest'argomento.

Mai, in nessun caso, si è richiesto per la pubblicazione il contributo degli autori, e malgrado ciò è bene notare che le spese non hanno superato il limite imposto dal preventivo. La cosa dipende essenzialmente dal contratto specialmente favorevole ottenuto dal tipografo attuale.

Ricordo all'Associazione americana. — Secondo la deliberazione dell'assemblea dell'anno scorso, la Presidenza fece preparare un ricordo da presentarsi all'American Institute of Electrical Engineers a nome dell'intera Associazione. La direzione del lavoro fu cortesemente assunta dall'esimio scultore Lodovico Pogliaghi di Milano, autore delle nuove porte in bronzo del Duomo, l'esecuzione fu affidata allo stabilimento Johnson.

Il ricordo consiste in una targa di argento (nella tavola essa è riprodotta in scala di circa 1:3) montata sopra una tavola di marmo ed è riuscito un lavoro di grande pregio artistico. Il costo fu di circa 1850 lire, delle quali 500 furono stanziate sul bilancio dell'A. E. I., alle altre fu provveduto coi residui dei versamenti fatti dai soci che parteciparono al viaggio in America. Si desiderava di presentare all'assemblea una copia in bronzo della targa; ma ciò fu reso impossibile dalla cattiva riuscita della fusione, perciò ci siamo accontentati di una copia fotografica. La targa fu inviata per mezzo del Ministero degli esteri all'ambasciatore d'Italia a Washington, il quale era incaricato di provvedere alla consegna. Disgraziatamente la consegna ha subìto notevoli ritardi, e, sebbene l'A. I. E. E. abbia già inviato, per mio mezzo, all'Associazione i suoi ringraziamenti per l'annuncio dell'invio, non mi consta che fino ad oggi la targa, partita il 22 agosto da Genova, sia ancora giunta a destinazione (1).

È giunta invece da tempo la medaglia d'oro (v. figura) offerta dai partecipanti al viaggio al signor Lieb personalmente, lavoro anch'esso di grande pregio. Il medesimo signor Lieb in seguito a nostra proposta fu nominato, da S. M. il Re, comm. della corona d'Italia.

(1) Con lettera del 29 settembre, S. E. l'ambasciatore d'Italia a Washington, comm. Mayor des Planches, annuncia l'arrivo della targa e la sua consegna al presidente dell'A. I. E. E., e con lettera 17 novembre l'A. I. E. E. invia i suoi ringraziamenti. La targa fu solennemente presentata nella Seduta del 27 ottobre in New York.

Digitized by Google

Fu rinnovato all'American Institute l'invito di visitare l'Italia in occasione delle feste di Milano; di ciò il presidente comm. Lieb ha inviato i ringraziamenti riserbando una risposta definitiva.

Commissione contatori. — Nel novembre dell'anno scorso il ministro dell'agricoltura, industria e commercio, in seguito ad un voto emesso dal Senato, nominò una Commissione coll'incarico di studiare i provvedimenti legislativi intorno alle unità elettriche ed ai contatori. Questa nomina che dimostrava l'intenzione del Governo di esercitare un controllo su quegli strumenti di misura, giustamente

impensierí gl'industriali pel sospetto che soverchie restrizioni si volessero stabilire con danno del libero sviluppo dell'industria. La Presidenza accolse volentieri la proposta di nominare una Commissione nel seno dell'A. E. I. allo scopo di studiare l'argomento e di preparare una relazione da sottoporsi al Ministro ed alla Commissione governativa. Intanto il ministro dichiarò di essere disposto a sentire il nostro parere prima di prendere qualsiasi deliberazione, e la Commissione governativa deliberò di sospendere le sue deliberazioni in attesa della nostra relazione.

La nostra Commissione fu nominata in principio dell'anno colle norme che vigono per la nomina dei rappresentanti delle Sezioni nel Consiglio generale (v. Atti vol. IX, pag. 1 delle *notizie*) e si riunì per la prima volta il 22 gennaio; in questa seduta fu nominata una Sottocommissione composta dei soci: Ferraris, Mengarini, Montù, Motta, Panzarasa, Pinna e Semenza. Essa compì un lavoro non semplice, nè facile, pel quale sono lieto di esprimere i miei ringraziamenti a nome di tutti.

Digitized by Google

La relazione della Sottocommissione fu discussa nelle riunioni tenute a questo scopo dalla Commissione plenaria ieri, e il testo della relazione definitiva sarà approvato domani nell'ultima seduta della Commissione. È un lavoro di grande importanza, sia per sè stesso, sia pel significato che esso ha in relazione ai rapporti tra l'Associazione e i pubblici poteri.

Standardizzazione del materiale elettrico. — In seguito al voto espresso dai delegati ufficiali nel Congresso di St-Louis dell'anno scorso, si sta costituendo una Commissione internazionale per la standardizzazione del materiale e macchine elettriche, cioè per il riconoscimento di tipi normali. La nostra Associazione fu invitata ad inviare i propri delegati. Sulla risposta data e sull'opportunità di accettare l'invito sarà riferito e discusso nella seduta pomeridiana del 10 ottobre, come è indicato nell'ordine del giorno.

Norme di sicurezza per gl'impianti elettrici. — L'A. E. I. è spesso consultata su varie questioni di diversa indole e più spesso sulle norme di sicurezza degl'impianti elettrici, ciò che mostra come la compilazione di queste norme, malgrado il contrario parere di molti, risponderebbe ad un desiderio di molti altri.

Com'è noto la questione fu già trattata in tre assemblee generali (Como 1899, Genova 1900, Roma 1901), e dall'assemblea generale di Roma nel 1901, quando già molte proposte diverse erano state fatte, fu deciso, dietro proposta Esterle, d'interpellare per *referendum* l'A. E. I. sull'opportunità di formulare o no le norme, e nel caso di risposta affermativa di nominare una Commissione, col mandato di fiducia, per stendere il regolamento definitivo. Il *referendum* rispose affermativamente, la Commissione fu nominata dalle Sezioni; essa, nella seduta tenuta a Torino nell'ottobre 1902, esposti i criteri generali, nominò una Sottocommissione per preparare il lavoro.

Appena assunta la Presidenza, nel gennaio 1903, m'informai dell'andamento dei lavori e non trascurai inviti e sollecitazioni. Ma, sebbene mi consti che si è lavorato, la relazione della Sottocommissione e tanto meno quella della Commissione non fu ancora presentata.

Credo ormai venuto il tempo di porre alla Commissione un termine per la presentazione del regolamento, e su ciò apro la discussione.

Ing. BENEDETTI. Non crede sia il caso di fare ulteriori sollecitazioni alla Commissione, perchè il ritardo non può essere frutto di trascuratezza, ma dev'essere il risultato invece di difficoltà gravi previste da quel partito che all'epoca della discussione sopra l'argomento costituiva l'opposizione.

Digitized by Google

Io credo che, per il lungo tempo passato dall'avvenuto *referendum*, possano esser cambiate le idee dell'Associazione, la quale da quel giorno ad oggi si è molto sviluppata, sia come numero di soci, sia per esperienza fatta, e ritengo sia proprio il caso d'interrogare di nuovo l'Associazione, indicendo un nuovo *referendum*, per vedere se sia oggi ancora opportuno addivenire alla pubblicazione di norme di sicurezza. La mia proposta dunque sarebbe quella di procedere ad un nuovo *referendum*, per sapere se queste norme si debbono o no dettare.

Ing. MOTTA. Sono spiacente di essere di parere completamente contrario a quello del mio collega. A me pare che l'Associazione ha già altra volta, e chiaramente, manifestata la sua opinione in proposito, e quindi non è possibile tornarci su o mutarla. Sulla questione di merito è assolutamente impossibile entrare. Mi pare unico partito pratico quello di assegnare un limite alla presentazione del progetto di norme. Anzi, per essere anche più preciso, io propongo per questo limite il 31 marzo venturo, pensando che il tempo avuto è già stato molto per lo scopo.

Ing. DE ANDREIS. Anche a me pare che ritornare sulla questione definita da tempo non sia giusto. Dobbiamo ricordare che questo argomento è stato trattato con grave difficoltà in varie assemblee, e il *referendum* è venuto dopo molta e matura riflessione sull'argomento, fornendoci il concetto di tutti i soci. La questione sarà di determinare la portata di queste norme ed il grado di libertà individuale che dovranno esse lasciare, ma nel fatto principale non si può più interrogare i singoli soci che hanno già data la loro risposta.

Pare quindi anche a me che l'unica cosa a farsi sia quella di fissare un termine.

PRESIDENTE. Io non sono neanche del parere dell'ing. Benedetti. Una volta che il *referendum* ha stabilito che queste norme debbono farsi, noi non possiamo, senza gravissime ragioni, sottrarci al mandato. Le norme dovranno emettersi; coloro che furono e sono ad esse contrari conserveranno la loro opinione, ma debbono cooperare al lavoro comune assumendosi il compito di stabilire delle norme aventi carattere di grande libertà. Io accetterei la proposta dell'ing. Motta, ma c'è un dubbio d'ordine legale: questo argomento non è all'ordine del giorno. Credo però che non ci sarebbe bisogno del voto dell'assemblea, perchè la Presidenza ha già questa facoltà implicita nella sua missione di dirigere i lavori; però se l'assemblea emettesse un voto, anche se questo non fosse strettamente legale, darebbe maggior forza al provvedimento della Presidenza.

Digitized by Google

Ing. MOTTA. L'assemblea può sempre emettere un voto sopra uno qualunque degli argomenti all'ordine del giorno, e questo appartiene alle « Comunicazioni della Presidenza » per cui il voto sarebbe legale.

Ing. GENTILI. Aderisco perfettamente col collega Motta; desidererei che fosse lasciato alla Presidenza di fissare quale debba essere il termine da assegnare alla Commissione.

Ing. MOTTA. Mi pareva che il limite da me accennato fosse sufficiente, ad ogni modo mi rimetto alla Presidenza anch'io.

Ing. DE ALBERTIS. Pel dubbio che ho di veder ritornare questa questione alla prossima riunione generale, mi parrebbe utile stabilire fino da ora che la Presidenza abbia l'incarico di sostituire i membri della Commissione che si trovassero nella impossibilità di continuare i lavori.

Ing. BENEDETTI. Malgrado io mi trovi a rappresentare quasi una eccezionale minoranza, pure vorrei che fosse messa ai voti la mia proposta, quella cioè di ripetere il *referendum*.

PRESIDENTE. Metto allora ai voti la proposta Benedetti, e cioè: « L'Assemblea crede che si debba ripetere il *referendum* tra i soci per domandare se si debbano o no prescrivere delle norme di sicurezza per gl'impianti elettrici? »

L'Assemblea, a grandissima maggioranza, vota pel *no*.

PRESIDENTE. Metto allora ai voti la proposta Motta che è questa: « L'Assemblea dà incarico al suo presidente di fissare un termine alla Commissione, già nominata in seguito all'avvenuto *referendum*, per presentare la propria relazione ».

Si approva a grandissima maggioranza.

Ordine del giorno dell'assemblea di Bologna nella questione della tassazione dell'energia elettrica. — L'assemblea di Bologna votò un ordine del giorno Bonghi, invitante il Ministro delle Finanze a revocare una circolare della Direzione generale delle gabelle, che invitava, basandosi sopra alcune deliberazioni della Commissione centrale, ad adottare un criterio di accertamento ritenuto contrario ai legittimi interessi degl'industriali. Accettai ben volentieri quell'ordine del giorno che, in massima, era perfettamente conforme alla mia azione come membro della Commissione centrale, nel seno della quale ho sempre sostenuto, anche indipendentemente da qualsiasi interpretazione della legge, essere tecnicamente assurdo, ammettendo pure una grande competenza nel personale tecnico del Ministero, dedurre il consumo dalla differenza tra la produzione e le perdite. La Commissione, in maggioranza, senza discutere la questione tec-

Digitized by Google

nica, ritenne che la legge doveva essere interpretata nel senso ultimamente adottato, e perciò l'opera mia si dovette limitare a tentare di dare una forma meno recisa ai deliberati, i quali, così concordati, appaiono approvati all'unanimità; in questa unanimità alcuni interessati, non giudicando con la ponderazione necessaria in questioni così delicate, vollero vedere in me un loro avversario nel seno della Commissione. Il voto dell'Associazione fu da me prima per iscritto, poi personalmente, portato al Ministro delle finanze, il quale, mentre si dimostrava in massima disposto ad accoglierlo, dichiarò, come era prevedibile ed anche giusto, di non poter revocare una deliberazione appoggiata ad un voto della Commissione centrale, prima che la Commissione stessa si fosse pronunciata in altro senso. Ciò confermò in me la convinzione che già più e più volte avevo espresso assai prima che la questione venisse davanti all'A. E. I., che la Commissione non può dare giudizio indipendente, perchè di essa fanno parte dei funzionari che sono parte in causa e giudici nello stesso tempo. Io esposi al ministro il mio pensiero, ed egli mi assicurò che mi avrebbe di nuovo sentito, prima di rinnovare la Commissione; ciò che avverrà in novembre. Io aveva in animo di conferire col ministro prima di quest'assemblea; ma l'assenza dell'on. Majorana me lo impedì. Appena tornato a Roma, proseguirò in queste trattative che così giungeranno all'ultima loro fase. Questo è quanto feci in libera esecuzione del voto dell'A. E. I., questo è quanto poteva fare. All'Assemblea sola io potevo e dovevo render conto, come ora faccio, del mio operato come presidente dell'A. E. I. La qual carica del resto non può in alcun modo menomare la mia libertà di giudizio.

Ing. VISMARA. Credo che l'egregio presidente alludesse a me, quando accennò a persone che criticarono la sua opera, senza essere al corrente del modo nel quale si svolsero le cose. Il prof. Ascoli volle vedere una critica nella domanda che io gli rivolsi a mezzo di una lettera pubblicata nell'*Elettricista:* in quella lettera domandavo soltanto schiarimenti, questi schiarimenti non mi vennero dati ed ho piacere di aver provocato l'attuale discussione sopra un argomento che reputo molto importante per tutta l'industria elettrotecnica in genere.

Riassumerò brevemente la questione, per quelli fra i soci che non ne fossero al corrente.

La legge sulla tassa dell'energia elettrica ha una lacuna per quanto concerne la liquidazione della tassa sui contratti *à forfait* in città di popolazione superiore a 10,000 abitanti. A questa lacuna supplisce

Digitized by Google

in parte il regolamento per l'applicazione della legge stessa. Ma questa lacuna ha dato luogo recentemente a dissidî fra alcuni uffici tecnici di finanza e alcune Società esercenti.

Per lo passato, negl'impianti *à forfait* in città di qualsiasi cifra di popolazione, la tassa era pagata in base degli introiti su tali impianti: corrispondeva a circa il 10 per cento: così ancora avviene nella maggioranza degl'impianti. Sulla fine del 1903 la Finanza, per alcune officine delle Puglie, volle adottare un nuovo metodo, liquidando la tassa mediante le letture al quadro della erogazione totale di corrente, detraendo da questa cifra la quantità di energia consumata dalla illuminazione pubblica, ed un'altra quantità presunta come perdita nella rete di distribuzione. E questo sistema la Finanza tende adottare non soltanto per l'energia venduta *à forfait*, ma anche per quella venduta a contatore.

È superfluo qui dilungarci nelle gravi conseguenze di questo nuovo metodo nella liquidazione della tassa, che ha aumentato considerevolmente le cifre di liquidazione mensile: basterà ricordare che in molte officine la tassa pagata fu quasi raddoppiata.

La Società della quale sono amministratore, che esercisce fra gli altri l'impianto di Corato in Puglia, fu tra le prime colpite dal nuovo metodo di applicazione della tassa: d'accordo con altri esercenti ricorremmo ai Comitati peritali, basando i ricorsi principalmente su due argomenti:

1° essere il nuovo metodo di accertamento della tassa contrario allo spirito della legge, giacchè riduce una *tassa di consumo* in una *tassa di produzione;*

2° illogicità del nuovo metodo, per la impossibilità di determinare le perdite, e cioè di precisare l'*energia effettivamente consumata dagli utenti*, che sola dev'essere tassata.

I comitati peritali di tre provincie di Bari, Reggio Calabria e Trapani (e cioè tutti quelli presso i quali furono fino ad oggi presentati ricorsi) hanno emesso lodi nei quali sono pienamente accolte le argomentazioni dei ricorrenti, e dove è confermato che la liquidazione della tassa deve continuare come per lo passato, in base alle norme del regolamento.

L'Ufficio tecnico di Finanza di Bari ricorse alla Commissione centrale presso il Ministero delle finanze, contro la decisione del Comitato peritale: e fu in seguito a questo ricorso che la Commissione, della quale fa parte il nostro presidente, emise un voto alla *unanimità*, nel quale si accolgono completamente le ragioni dell'Uf-

Digitized by Google

ficio tecnico di Finanza, respingendo quelle dei ricorrenti e dei Comitati peritali.

La mia meraviglia per questa votazione all'*unanimità* non era ingiustificata: i Comitati peritali, di nomina prefettizia, sono organismi che, in una questione dubbiosa, più probabilmente danno ragione agli uffici di Finanza, che non ai privati ricorrenti; malgrado questo, nel nostro caso, tre Comitati peritali avevano riconosciuto il fondamento della tesi da noi sostenuta. Ne veniva quindi questa situazione quasi assurda: che in un conflitto col Fisco, nella quale Commissioni nominate dal Governo ci avevano dato ragione, il nostro presidente, sebbene incaricato nell'ultimo Congresso di portare i nostri voti, ci veniva a dar torto, approvando con la Commissione il ricorso dell'Ufficio tecnico di Finanza di Bari.

E questa meraviglia sembrerà ancor più giustificata quando vi leggerò le principali argomentazioni di questo ricorso, il quale contiene una sequela di inesattezze tecniche ed industriali, che dimostrano una conoscenza molto imperfetta di quello che sia l'esercizio di un impianto elettrico, e dal lato tecnico e dal lato amministrativo.

(L'ingegnere Vismara legge alcune parti del ricorso dell'Ufficio tecnico di Finanza di Bari).

L'egregio presidente ha dato schiarimenti sul suo voto, affermando che agendo come ha fatto, non crede di aver pregiudicato gl'interessi nostri per circostanze di opportunità che ci ha spiegato.

Se alle mie lettere pubblicate nell'*Elettricista* il prof. Ascoli non avesse risposto in modo piuttosto vivace, come ha fatto, e se anche in via privata mi avesse fatto conoscere quanto ora ci ha esposto, la mia seconda pubblicazione nell'*Elettricista* sarebbe stata superflua, o sarebbe stata in tono meno polemico, tono che sembra essere dispiaciuto al prof. Ascoli.

PRESIDENTE. Sono questioni personali sulle quali non possiamo intrattenere a lungo l'assemblea.

VISMARA. Davanti all'assemblea tenevo a giustificare la mia condotta in questa questione e spero di esservi riuscito.

Ma lasciando da parte una questione che può sembrare personale, credo invece utile rammentare all'assemblea lo stato in cui si trova la vertenza col Fisco. In seguito alla deliberazione della Commissione centrale ho promosso, fra diverse Società esercenti, una specie di consorzio, per tutelare i nostri diritti contro una misura, la quale, ove fosse adottata, credo che porterebbe all'industria elettrica in genere un danno maggiore di quanto possa sembrare a chi la esamini superficialmente.

Digitized by Google

Inoltre, la Società della quale sono amministratore ha promosso una causa giudiziaria che verrà presto discussa davanti al tribunale di Bari.

Ho portato la questione anche all'ultimo Congresso dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche, ed ho avuto la piena adesione di quella importante associazione e la promessa di ogni appoggio.

E perchè anche la nostra Associazione manifesta il proprio interessamento, desidero che questa discussione termini con la votazione di un ordine del giorno che presento, nel quale sono espresse le nostre proteste e i nostri desiderata.

Ing. CIVITA. Si associa a quanto ha detto l'ing. Vismara, aggiungendo esempi di fatti a lui avvenuti, e accennando che con metodi di questo genere si arriverà a fare abbandonare le contrattazioni *à forfait*, rivoluzionando una buona parte dell'industria elettrica.

Ing. SANTARELLI. La questione è della massima importanza ed a me sembrerebbe molto opportuno precisar bene che cosa vogliamo.

Ing. BONGHI. Qualcosa il Ministero ha fatto, perchè ha sospeso i pagamenti. Questo mi pare un fatto importante.

Ing. MOTTA. Proporrei di modificare l'ordine, levando la parola «deplorando», perchè non mi pare opportuno urtare nessuno.

Ing. VISMARA. Io credo che ormai non si ottiene più molto pregando e che sia bene mostrarsi risoluti. Un ordine del giorno troppo blando non raggiungerebbe alcuno scopo.

PRESIDENTE. Non ho difficoltà ad accettare tale ordine del giorno, e lo metto ai voti:

Ordine del giorno:

«L'assemblea dell'A. E. I., udita la relazione del presidente in merito alla questione delle tasse sulla energia elettrica, prende atto degli affidamenti che il ministro ha dato perchè la questione venga risolta nel senso sostenuto dalla nostra Associazione e riassunto nell'ordine del giorno Bonghi, votato nell'assemblea generale del 21 ottobre 1904 a Bologna, e, constatando che qualche ufficio tecnico di finanza, non curante dei ricorsi presentati e delle decisioni dei comitati peritali, continuano, aggravandola, una posizione di cose intollerabile, invita il presidente a procedere energicamente, perchè gli affidamenti sopraccennati vengano messi in atto al più presto».

Viene approvato all'unanimità.

Digitized by Google

2. Discussione dei bilanci.

PRESIDENTE. Il Cassiere, comm. Lattes, che, per ragioni di famiglia, non ha potuto intervenire a quest'adunanza, m'incarica di pregare l'assemblea di scusare la propria assenza e si dichiara pronto a rispondere nella seduta pomeridiana di domani a quelle osservazioni che venissero fatte sui bilanci.

Aggiungo che, per cura del Cassiere, è stato preparato e testè distribuito ai soci un quadro relativo (v. pagina seguente) al movimento di cassa dei primi 9 mesi di quest'anno, e col confronto delle condizioni nelle quali si è trovata la nostra Associazione, nei singoli anni del triennio ultimo.

Si mettono in votazione i singoli bilanci e vengono approvati all'unanimità.

Ing. SANTARELLI. Mi dispiace di dover riprendere la parola sopra un argomento vecchio. Dall'esame di questi bilanci risulta evidente un fatto: la nostra Associazione si va pian piano trasformando in una cassa di risparmio. Siamo riusciti in quest'anno a metter da parte ben tremilatrecento lire. D'altro canto si può verificare che i fondi disponibili per le varie sezioni, specialmente per le minori, sono molto meschini, talchè sempre stentata riesce la vita loro. Sono queste nuove prove che il contributo delle sezioni alla sede centrale è esagerato o quanto meno che può essere opportuno pensare ad una modificazione dello statuto destinata a meglio regolare la ripartizione dei fondi fra le sezioni e la sede centrale.

PRESIDENTE. Mi duole di dover dichiarare, come feci altre volte, di non essere del parere dell'ing. Santarelli. Bisogna riflettere che fino ad oggi molte spese che avrebbe dovuto sostenere la Sede centrale abbiamo permesso fossero fatte da altri, specialmente agli industriali. Per simili casi è non soltanto conveniente, ma necessario, che l'Associazione abbia fondi disponibili. Bisogna poi considerare che all'avanzo di 3300 lire concorsero per circa la metà entrate indipendenti dalle quote dei soci (pubblicità, vendita, ecc.).

Ing. VISMARA. Io vorrei far presente un'altra ragione favorevole alla riduzione della quota, quella dell'aumento dei soci che potrebbe anche compensare la diminuzione dell'entrata.

PRESIDENTE. Io credo di non poter sperare in un grande aumento nel numero dei soci, perchè ormai la nostra Associazione ha raggiunto una condizione di sviluppo che credo normale; ma in ogni modo io non credo assolutamente che la differenza di una, o poche lire nel contributo possa esercitare notevole influenza sulla deter-

Digitized by Google

Sede Centrale. **Movimento di Cassa nei primi nove mesi dell'Esercizio 1905.** **Sede Centrale.**

Introiti:			Importo contributi secondo l'Elenco Soci al 15 aprile 1905
Contributi sezionali:			
Bologna	L. 300	. .	L. 670
Firenze	» 100	. .	» 790
Genova	» 300	. .	» 720
Milano	» 3,730	. .	» 3,760
Napoli	» 630	. .	» 1,260
Padova	» —	. .	» 610
Palermo	» —	. .	» 400
Roma	» 1,400	. .	» 1,940
Torino	» —	. .	» 2,140
	L.	6,460 —	L. 12,290
Arretrati sezionali	»	280 —	
Pubblicità sugli Atti	»	227 —	
Vendita Atti	»	49 —	
Rifusione per estratti supplementari	»	143.75	
Vendita distintivi sociali	»	65 —	
Interessi e diversi	»	202.40	
Totale introiti nove mesi	L.	7,427.15	

Spese:		
Pubblicazione Atti:		
Stampa tre fascicoli e Elenco Soci	L. 3,054.80	. .
Tiratura estratti	» 399.10	. .
Avvisi di pubblicità	» 167.25	. .
Spedizione	» 502.62	. .
	L.	4,123.77
Amministrazione	»	928.50
Stampati diversi	»	165.30
Spese postali	»	131.99
Cancelleria e diversi	»	170.50
Acquisto distintivi sociali	»	91 —
Distribuzione periodici alle Sezioni	»	42.62
Rilegatura dei periodici	»	197.25
Locale della Sede Centrale	»	200 —
Riunione annuale	»	101.38
Esposizione di St. Louis	»	87.55
Totale spese nove mesi	L.	6,239.86

Situazione di Cassa al 1° ottobre.

Anni	In Cassa al 1° gennaio	Introiti primi nove mesi	Spese primi nove mesi	Disponibile in conto corrente al 1° ottobre
1903 L.	6,758.40	7,509.80	6,587.87	7,680.33
1904 »	8,764.46	8,478.73	6,496.78	10,746.41
1905 »	12,160.10	7,427.15	6,239.86	13,347.39

Firenze, 8 ottobre 1905.

Il Cassiere: O. LATTES.

Digitized by Google

minazione a farsi o no socio nostro. Osserverò anzi che coloro che si decidono dopo un simile ragionamento non sono i soci desiderabili. L'aumento dei colleghi sarà, secondo me, dovuto principalmente all'attività delle sezioni e della sede centrale, all'importanza crescente che prenderà la nostra Associazione e ad altre ragioni d'indole morale importanti, non a questione piccola economica.

Ing. MOTTA. Poichè mi pare che queste discussioni conducano, come altra volta, a consumar tempo, io propongo che l'assemblea, udite le spiegazioni del suo presidente, passi all'ordine del giorno.

Ing. SANTARELLI. Invece io sarei del parere di discutere un po' a fondo la questione, che è delle più importanti e sentite dalle piccole sezioni.

PRESIDENTE. Io, piuttosto che ridurre la quota, acconsentirei a ripartire anno per anno, fra le sezioni, una parte dei fondi eventualmente disponibili.

Prof. BANTI. Fino dalla riunione di Torino io dissi qualcosa sull'argomento toccato dal Santarelli. In appoggio alla sua idea io dirò che essa è mossa da considerazioni tutte speciali alle piccole sezioni e che i soci delle grandi sezioni possono non comprendere. La sezione fiorentina è povera di soci, e per quanto possa contare la straordinaria buona volontà del presidente e dei consiglieri non si riesce a fare aumentare il numero di essi. Il male dunque non può essere transitorio, e quindi nasce la convinzione della opportunità di dover considerare le piccole sezioni con criteri diversi dalle grandi per quanto riguarda il contributo verso la sede centrale. Credo quindi che la proposta Santarelli meriti tutta la nostra considerazione.

Ing. MOTTA. Il discorso del prof. Banti è persuasivo, ed a me pare che la proposta del presidente prof. Ascoli sia la più pratica; propongo perciò che ogni anno il Consiglio generale, sugli avanzi netti, distribuisca alle sezioni delle somme sopra richieste motivate.

PRESIDENTE. Sono d'accordo.

Ing. BONGHI. Io pregherei di tener conto anche delle somme che le singole sezioni hanno disponibili e risultanti dai loro singoli bilanci.

La discussione si protrae ancora animata, ma senza nuovi argomenti, finchè vien proposto, con le firme dei soci: Motta, Pasqualini e Vismara il seguente ordine del giorno:

« L'assemblea dà incarico alla Presidenza di stabilire e concretare delle proposte da presentare all'assemblea dell'anno venturo, intese a migliorare le condizioni dei bilanci delle sezioni più piccole » che viene approvato all'unanimità.

JONA. Chiarisce che naturalmente il risultato degli studi può essere anche semplicemente negativo.

Digitized by Google

3. Nomina dei revisori dei conti.

PRESIDENTE. Con vivo rammarico debbo rammentare all'Assemblea che la sede centrale perdette questo anno uno de' suoi revisori dei conti, l'ing. Cesare Ciampi. Il Consiglio credette dover nominare il successore e fu eletto il comm. Dell'Oro. Chiedo all'Assemblea la sanatoria per questo atto che era necessario per regolarità amministrativa.

L'Assemblea approva unanimamente.

Quanto ai futuri bilanci c'è da osservare che l'Assemblea nominando ora i revisori dei conti, questi potranno funzionare soltanto pel consuntivo 1905; quelli pel 1906 dovendo appartenere alla sezione dove verrà trasferita la sede centrale. Lo statuto d'altra parte dice semplicemente che i revisori sono nominati dall'assemblea generale, la quale ora non sa dove si troverà la sede centrale l'anno venturo. In questa difficoltà il Consiglio generale è venuto nella deliberazione di proporre che l'Assemblea deleghi alla sezione, presso la quale si stabilirà la Sede centrale, la nomina dei revisori dei conti pel 1906. Metto perciò ai voti la proposta di far votare per *referendum* la relativa modificazione di statuto.

L'Assemblea accetta all'unanimità l'idea.

PRESIDENTE. Allora io prego l'Assemblea di passare alla nomina dei revisori dei conti per i 3 mesi che mancano ancora della presente gestione.

Ing. VIMERCATI. Propongo vengano confermati gli attuali.

L'Assemblea accetta all'unanimità.

Il PRESIDENTE dichiara eletti il comm. Dell'Oro e il cav. Angelini.

Prof. BANTI. Il nostro presidente ha ora ricordato il nome del nostro collega ing. Ciampi. Questo nome mi richiama alla mente ed al cuore un carissimo amico, un socio molto attivo, molto giovane, è vero, ma che aveva già superate e vinte con onore le prime battaglie della professione.

Permettetemi di chiedere, a nome di tutti, che la Presidenza mandi un riverente nostro saluto alla famiglia sua tanto crudelmente ed inaspettatamente colpita (*approvazioni*).

PRESIDENTE. Mi associo di cuore alle parole del prof. Banti ed accetto il mesto incarico; scriverò una lettera alla famiglia del defunto collega manifestando i sensi delle nostre più sentite condoglianze.

Digitized by Google

4. Regolamento della Biblioteca centrale.

PRESIDENTE. La biblioteca della nostra Associazione è costituita essenzialmente dai periodici che noi riceviamo in cambio, il numero di questi cambi è andato e va ancora sempre crescendo, talchè il materiale che si va accumulando cresce d'importanza e di valore.

Assumendo la presidenza io mi accinsi ad estendere questo sistema del cambio e poi proposi ed attuai la distribuzione di questi periodici alle sezioni con evidente notevole giovamento per esse. Nella distribuzione si sono potuti anche soddisfare i desiderî delle sezioni nella scelta, talchè la cosa ha soddisfatto i più, a giudicare da quanto si è sempre detto. Questo mio atto non ha avuto mai sanzione legale e la responsabilità di esso è ancora tutta mia. Però, come ho dichiarato, il mio intendimento non era di lasciare in deposito perpetuo, presso le sezioni, questo materiale, ma di far ritornare i periodici, dopo una opportuna sosta, in una biblioteca centrale. Alcune sezioni invece hanno manifestato il proposito di divenire depositarie perpetue di questi periodici avuti in prestito temporaneo. È questa una soluzione teoricamente possibile e che ha in favore la evidente, ma unica, ragione che fa più comodo avere presso di sè i periodici che saperli in una sede più o meno lontana. Certo, sarebbe anche meglio, potendolo, distribuirli addirittura fra i singoli soci! La questione fu portata all'assemblea di Napoli, ma, dietro proposta dell'ing. Bertini, fu deciso di farla discutere nelle sezioni.

Il sistema della discussione nelle sezioni ha certamente dei vantaggi in molti casi, ma quando si tratta di discutere delle proposte occorre, se si vogliono risultati equi, che sia presente il proponente a tutelare e giustificare le proposte. Ci sono stati pareri discordi fra le varie sezioni. Ciò è la prova che la cosa meriterebbe discussione esauriente che non è qui il caso di riaccendere. Voglio solo accennare ad alcune delle ragioni che si oppongono al disperdimento della biblioteca (se pur questo nome non perde il suo significato), il quale non fu mai praticato da nessuna associazione in nessuna parte del mondo, per quanto vasto sia il territorio su cui è distribuita. Si noti che alcune sezioni non vogliono tenere i periodici, che altre non ne hanno mai chiesti, che ne vengono sempre dei nuovi, che occorrerà in qualche posto stabilire il deposito de' nostri Atti e il nostro archivio il quale va sempre aumentando di mole. Inoltre la mutevolezza dell'indirizzo della sede centrale cui sono

Digitized by Google

spediti i periodici produce al principio di ogni triennio un tale disordine da dimostrare la necessità assoluta di un recapito fisso. Sono queste delle gravi difficoltà pratiche alle quali vanno aggiunte quelle relative al servizio puntuale delle varie biblioteche elementari. Dividendosi la biblioteca, non esiste più, perchè viene divisa fra troppi, la responsabilità della custodia e del servizio. Per queste, e molte altre ragioni, non posso accettare il concetto della divisione della biblioteca.

D'altra parte la questione ha preso, in alcune sezioni, proporzioni veramente imprevedibili, e poichè ho avuto sempre, ed in tutte le questioni, l'animo di conservare la massima concordia fra i soci tutti, mi dorrebbe immensamente che per una questione come questa si venisse a così vivaci dissidi da minacciare la compagine stessa dell'associazione. Perciò io vorrei pregare l'Assemblea di concedermi di ritirare la mia proposta sulla biblioteca centrale stabile, nel senso di ritornare momentaneamente allo stato in cui eravamo prima che io assumessi la presidenza, lasciando alla nuova Presidenza, che ha maggior tempo davanti a sè, di tornare a studiare e poi risolvere definitivamente la questione.

In conseguenza le singole sezioni riconcentrerebbero presso la sede centrale i periodici che esse hanno in deposito in maniera ch'io potrei consegnare effettivamente alla nuova Presidenza tutto il materiale dell'Associazione in perfetto ordine, lasciando presso le sezioni solo i volumi in corso a titolo di prestito.

Ing. BERTINI. Non trovo connessione assoluta tra la prima parte della proposta del nostro presidente e la seconda. A me pare che, pur accettando di lasciare alla nuova Presidenza la soluzione definitiva dell'importante questione, i periodici si possano lasciare alle sezioni fino a deliberazione presa, perchè non vedo ragione alcuna di spendere in una prima spedizione e poi in una seconda certamente necessaria.

PRESIDENTE. Non posso assolutamente accettare la proposta perchè sento di dover conservare intera la mia responsabilità e non posso ammettere che essa venga in tal modo a suddividersi.

Ing. BERTINI. Ma per questa ragione i singoli presidenti delle sezioni potrebbero darsi carico di tutti i periodici giacenti in deposito.

Ing. MOTTA. Pare anche a me che questo trasporto materiale non sia necessario perchè anche se lo decretassimo ora, in fatti il trasporto si ridurrebbe all'invio degli elenchi dei periodici che ogni sezione conserva.

Digitized by Google

PRESIDENTE. In questo modo si crea uno stato di fatto che non ripristina le cose, ma dà corso, almeno provvisoriamente, alla proposta che ha determinato il ritiro del mio progetto di biblioteca centrale. La presidenza ventura deve fare le sue proposte come se la distribuzione non fosse mai stata fatta; deve prender le mosse da uno stato reale e non da uno stato fittizio.

Prof. FERRARIS. Bisogna distinguere nettamente due questioni: quella della responsabilità pel nostro presidente e che io vedrei con il Bertini e col Motta eliminata dalle dichiarazioni dei presidenti di sezione. La seconda, grave quanto la prima, relativa al precedente che nascerebbe lasciando i libri materialmente alle sezioni. Io che sono oppositore convinto dell'idea della biblioteca centrale, devo confessarvi francamente che sarebbe non ripristinare la questione, ma presentarla semi-risolta alla nuova Presidenza se i libri restassero presso le sezioni.

PRESIDENTE. Debbo riconoscere che soffro ora il danno della mia eccessiva *costituzionalità*. Avrei potuto richiedere i libri senza portare la questione all'assemblea, ho voluto chiarire a voi la situazione ed ora si vorrebbe stabilire una condizione di cose che non posso assolutamente accettare.

Ing. BONGHI. Propone la sospensiva sulla questione

Ing. SEMENZA. Mi sembra si sia molto divagato. Riassumendo, il presidente ritirando la proposta della biblioteca centrale, vuole che le pubblicazioni ritornino a Roma. Ciò mi par giusto, ma poichè questo rappresenta una spesa inutile, il ritorno può farsi *simbolicamente* mediante scambio di lettere e incaricando un rappresentante della sezione nel Consiglio centrale la reale consistenza delle biblioteche parziali.

Ing. FERRARIS. Torno sul mio concetto, sempre più convinto che è necessario non lasciare i libri alle sezioni se non si vuol creare un precedente significantissimo: noi dovremmo solamente prendere atto della dichiarazione del presidente e non entrare in dettagli, il presidente poi farà quel che sarà opportuno.

Ing. SANTARELLI. A me pare che non sia il caso di risolvere subito la questione: sospendiamola o decidiamo di rimetterla ad un *referendum*.

Prof. BANTI. Vuole che la questione sia scissa in due e che si voti prima se i libri debbono o no tornare a Roma, poi si dovrà decidere sul resto.

Dopo ulteriore discussione senza nuovi argomenti vengono proposti i seguenti ordini del giorno:

*

Digitized by Google

A firma del prof. Ferraris: « L'Assemblea, udite le dichiarazioni del presidente relative alla biblioteca, approva il suo operato, ne prende atto e passa all'ordine del giorno ».

A firma Danioni-Motta-Semenza: « L'Assemblea, udite le dichiarazioni del presidente, approva il suo operato e prende atto che egli ritira la sua proposta sulla biblioteca centrale ».

Ripresa vivacemente la discussione l'ing. BERTINI dichiara di accettare la soluzione proposta dal presidente.

Il PRESIDENTE formula la sua proposta nel seguente ordine del giorno:

« L'assemblea approva la proposta del presidente che la biblioteca sia rimessa nelle condizioni in cui si trovava prima del corrente triennio ».

I primi due vengono ritirati poi dai proponenti e il terzo votato ed approvato ad unanimità dall'Assemblea.

Viene quindi presentato, con le firme dei soci Bonghi, Pasqualini e Santarelli quest'altro ordine del giorno:

« L'Assemblea invita la Presidenza a chiamare l'associazione a pronunziarsi con *referendum* sulla questione della biblioteca della sede centrale ».

L'ordine del giorno viene approvato.

Il prof. BANTI presenta una riproduzione del primo motore elettrico di Sacinotti, destando vivo interesse in tutti i socî.

La seduta si leva alle ore 18.

Lunedì 9 ottobre.

Seduta antimeridiana.

La seduta si apre alle ore 9.

PRESIDENTE. L'ing. Lanino telegrafa dalla Calabria avvertendomi d'essere impossibilitato a muoversi, attendendo all'opera benefica di aiuto ai colpiti dal terremoto.

Dolente che non possa aver luogo comunicazione tanto interessante, propongo che al suo posto venga portata una comunicazione messa all'ordine del giorno di domani: per esempio quella dell'ingegner Catani. Avverto che domani non si potrà tenere la seduta antimeridiana.

L'assemblea e l'ing. Catani accettano questa inversione.

Digitized by Google

1. Statistica degl'impianti elettrici.

PRESIDENTE. Prima di dare la parola al dott. Di Pirro, per preghiera del professor Lori, che deve partire, accenna alla necessità di avere statistiche complete sugl'impianti elettrici.

Era in animo della Presidenza di raccogliere tutti i dati più interessanti relativamente agl'impianti elettrici italiani, procurando che la statistica riuscisse completa. Ma questa idea non si è potuta ancora mettere in atto per mancanza di tempo, essendo stati in corso altri lavori.

Il Ministero di agricoltura ha già pubblicato una statistica fino al 1898 e preparata quella fino al 1900; ma quest'ultima è ancora presso il Ministero, e la pubblicazione non ha avuto luogo finora anche per mancanza di fondi. Ad ogni modo non ha ormai molto valore una statistica che arriva soltanto al 1900.

Va data lode al Presidente della Sezione di Padova, che per propria iniziativa ha iniziato una statistica degl'impianti del Veneto.

Prof. LORI. Le statistiche sono certo molto utili; ma le difficoltà che si presentano per redigerle non sono poche: ne feci la prova pel Veneto.

Sono prima entrato in relazione con gli Uffici di finanza e con le ditte che hanno venduto materiali nel Veneto. Ho saputo così che in questa regione esistono 455 impianti. Allora ho mandato una circolare agli industriali, annunciando l'invio di un questionario. Questo è stato studiato il più semplice possibile, ed è stato inviato un anno fa col relativo francobollo per la risposta. Ebbene, fino a due mesi or sono, il numero dei questionari tornati era 48 soltanto. Allora mi sono adattato ad un altro metodo: ho mandato in giro una specie di segretario con l'incarico di assumere le necessarie informazioni. In pochi giorni il numero dei questionari riempiti è salito a *cento* circa. Ho dunque la descrizione di quasi un quarto degl'impianti del Veneto, e spero presto con questo metodo di averne molti di più se non tutti. Domanderei all'assemblea se non creda conveniente estendere il metodo a tutta l'Italia, nominando una Commissione apposita con l'incarico di riferire alla prossima assemblea generale.

PRESIDENTE. Ringrazio sentitamente il prof. Lori della lodevole iniziativa. Non ho dubbio alcuno che sarebbe molto opportuno fare una statistica completa, e la nostra Associazione potrebbe senza dubbio contribuire molto efficacemente; credo però che non si possa

Digitized by Google

nè si debba, se non si vogliono disperdere le forze, fare a meno del lavoro del Ministero, epperciò mi sembra si potrebbe offrirgli la nostra collaborazione.

Ing. SEMENZA. Anche la Sezione di Milano ha fatto qualcosa in proposito, mandando richieste di notizie non soltanto in Italia, ma anche all'estero, avendosi il curioso risultato di ottenere più risposte dall'estero che dall'Italia. Credo, in accordo col prof. Lori, che occorra concentrare il lavoro in una mano sola, e questo dovrebbe la Sede Centrale con l'aiuto delle Sezioni, non una Commissione speciale.

A me pare che la Sede Centrale dovrebbe far sua anche l'inchiesta sulle conseguenze dei fenomeni temporaleschi che per due anni la Sezione di Milano ha procurato d'iniziare non senza grande risultato.

PRESIDENTE. Sono d'accordo col Semenza: la Commissione non farebbe certo molto sollecitamente il suo lavoro, credo invece che la Sede Centrale potrà effettivamente fare quanto è opportuno purchè non venga a mancarle l'aiuto valido delle Sezioni. È certo poi che gli insuccessi di altri tentativi fatti dipendono dall'aver limitato l'azione a diramare una circolare.

Ing. NETTI. A facilitare queste statistiche io credo converrebbe incaricare personalmente dei soci, sparsi per le varie regioni d'Italia, che si trovino in grado di raccogliere più facilmente di altri tutte queste notizie. Chi si occupa d'impianti in una determinata zona è a conoscenza, o molto facilmente vi può venire, delle notizie inerenti agl'impianti di quella zona, e quindi senza troppo disturbarsi può far quello che alla Commissione costerebbe molta fatica.

PRESIDENTE. Il prof. Lori ha già messo in pratica questo giusto concetto, ma io credo che non basti nel nostro caso. È certo che si otterrà maggior effetto rivolgendosi a persona che vada effettivamente a prendere sopra luogo le notizie che ci interessano, ma dal Ministero potremo ottenere una prima larga messe di dati, alla quale, come a qualsiasi altro sussidio, non sarebbe bene rinunciare.

Ing. MOTTA. Non crede conveniente rivolgersi al Ministero perchè anche non si ha la sicurezza delle notizie là comunicate; comunque, è del parere di lasciare alla Presidenza di fare come meglio crederà.

Cav. VINCA. Sono un vecchio ispettore di sezione dei telegrafi, e per questo io posso essere al caso di consigliare la Presidenza di non trascurare, quali fonti per notizie, gli ispettorati dei telegrafi. Io ricordo di aver fatto un qualcosa di molto simile per conto del Touring per la Liguria, e deduco da questo che ai miei colleghi non deve costar molta fatica raccogliere le notizie occorrenti nella propria sezione.

Digitized by Google

PRESIDENTE. Terremo in considerazione la proposta, per la quale ringrazio. Mi pare che si possa definitivamente mettere in votazione la proposta Motta che suona così:

« L'assemblea incarica la Presidenza di disporre perchè sia fatta la statistica degl'impianti elettrici in Italia ».

La proposta viene approvata all'unanimità.

2. Sui circuiti telefonici ad attenuazione costante.

PRESIDENTE. Dà la parola al dott. Di Pirro per la sua comunicazione all'ordine del giorno:

Dott. DI PIRRO. Dice fra l'attenzione generale la sua interessantissima comunicazione. Le fine del suo dire è accolto da prolungati applausi (1).

RRESIDENTE. Ringrazia il dott. Di Pirro per lo studio presentato, del quale crede inutile mettere in rilievo l'importanza grandissima, giacchè la religiosa attenzione che ha seguito l'oratore ha già provato quanto interesse le cose dette abbiano destato nell'uditorio. Si augura che la sanzione degli esperimenti sia il meritato coronamento a così poderose ricerche.

Se nessuno ha osservazioni a fare, do la parola all'ing. Catani per la sua conferenza sulle connessioni elettriche delle rotaie.

Ing. CATANI. Dice la sua comunicazione seguito con interesse dai suoi uditori. Si applaude alla fine e si esaminano i campioni di saldature ch'egli presenta (2).

PRESIDENTE. Ringrazia, e sulla comunicazione Catani apre la discussione; ma non essendo alcuno che muova osservazioni, dà la parola all'ing. Gentili.

3. Sull'ufficio delle privative industriali.

Ing. GENTILI. Legge la sua relazione intorno alla questione della riforma dell'ufficio delle privative industriali.

La relazione è riprodotta a pag. 361 degli Atti. È vivamente applaudito.

---

(1) La comunicazione viene riportata a pag. 322 del presente fascicolo degli Atti.

(2) La comunicazione viene riportata a pag. 368 del presente fascicolo degli Atti.

Digitized by Google

Ing. TOLOMEI. Ritiene l'argomento interessante non soltanto per coloro che si trovano nelle industrie, ma anche per quelli che si trovano fuori del campo industriale. Accenna alla opportunità dell'esame preventivo dei brevetti e non crede logico che il Governo italiano conceda brevetti senza assumere responsabilità alcuna, conducendo in questo modo chi non è pratico della cosa in errori che possono essere gravi. Cita un esempio pel quale egli stesso è stato condotto in un processo penale per contraffazione di brevetti.

PRESIDENTE. La questione alla quale accenna il collega ing. Tolomei è ben diversa da quella trattata nella relazione letta, toccando il principio della convenienza o no dell'esame preventivo dei brevetti. Io non credo opportuno entrare in questo campo molto importante e tanto difficile, non essendo argomento da risolversi così alla leggera. Ringrazio ad ogni modo l'ing. Tolomei che ha toccato un argomento il quale potrà essere oggetto di futuro studio per l'Associazione.

Ing. BARZANÒ. Crede che l'ing. Gentili sia stato ottimista sperando che in un periodo breve di tempo le riforme desiderate possano effettuarsi: ma ad ogni modo ritiene che, nell'intervallo, qualche importante e facile miglioramento potrebbe introdursi. Per es., egli crede che non dovrebbe essere difficile far uscire in tempo utile gli indici dei titoli dei brevetti rilasciati. Ora tali indici escono un anno e mezzo o due dopo l'anno nel quale il brevetto è stato rilasciato, mentre non v'ha dubbio che ciò potrebbe accadere appena due mesi dopo. E poi sarebbe desiderabile che si commettessero meno errori e non si vedessero per es. i « gassogeni del gas povero » classificati come apparecchi di riscaldamento o di illuminazione. Crede che realmente sussista il difetto di personale e che sia opportuno aumentare i fondi per crescere il numero degl'impiegati, ma intanto risulta dimostrato che l'attuale personale fa molto lavoro inutile, e perciò solo dannoso, e se ciò non fosse si potrebbe, anche nelle condizioni attuali, concludere molto di più.

Accenna poi, con vari esempi, ad una ulteriore deficienza di quel ramo del Ministero, deficienza che non dipende da mancanza di fondi e che difficilmente si potrà eliminare se non si addiverrà alla sostituzione di una parte almeno del personale attuale: la deficienza tecnica per la quale si commettono errori, si pretendono assurdi e, soprattutto, si fa perdere molto tempo in discussioni vane ed assolutamente fuori posto.

Ing. DE BENEDETTI. Accenna che l'elenco dei fatti propri a mettere in evidenza l'alta intelligenza del personale addetto al nostro ufficio al Ministero d'agricoltura, può essere prolungato quasi all'in-

Digitized by Google

finito. L'ingegnere Gentili, al quale egli si associa pienamente, ha voluto dipingere il quadro con tinte leggere, mentre s'egli dovesse aggiungere l'opera sua in questa descrizione, rafforzerebbe moltissimo le tinte, fino a far divenire il quadro di colore molto più fosco. Ritiene importante che l'Associazione faccia sentire alta la sua voce contro uno stato di cose che non può proseguire.

Ing. GENTILI. Osserva ai suoi interlocutori che non crede di aver dipinto il quadro a tinte rosee, anzi egli è convinto che l'attuale situazione è intollerabile e non può andare avanti. Osserva che anch'egli ha asserito che le centinaia di migliaia di lire opportune per le modificazioni da introdurre nell'organizzazione di così importante servizio potranno esser ridotte ed infine che conviene desiderare il massimo per ottenere quanto più sarà possibile.

PRESIDENTE. Ottenere fondi credo sarà difficile ma credo sia ancor più difficile ottenere che vengano migliorate le condizioni intellettuali.

Ing. CAPPUCCIO. Trovandosi perfettamente d'accordo col relatore nei voti da esso manifestati, sarebbe superfluo aggiungere altro. Però siccome il presidente ed alcuni oratori precedenti hanno svolto particolarmente alcuni punti della questione, crede di aggiungere esso pure qualche parola a rinforzo della tesi sostenuta dal relatore.

Anzitutto egli nota che il presidente parlò già opportunamente della questione finanziaria che è collegata alla riforma che si vorrebbe apportare all'amministrazione della proprietà industriale. Ora, oltre ai motivi che sono già stati addotti per dimostrare che la questione finanziaria può essere facilmente risolta, risulta da studi fatti (v. p. e. *Rivista tecnica*) che sarebbe facile di aumentare il gettito delle tasse relative ai brevetti con dei semplici rimaneggiamenti e ciò per il motivo che le tasse degli ultimi anni sono attualmente abbastanza moderate e suscettibili di aumento.

Il maggior introito, potrebbe, per esempio, bastare alle spese di pubblicazione dei brevetti che si possono preventivare, allo stato attuale, in L. 100,000 all'anno. Infatti in Francia, dove si ha un numero triplo di brevetti rilasciati all'anno, il concordato *à forfait* per la stampa dei brevetti coll'Imprimerie Nationale è precisamente di L. 300,000.

Ma anche altrimenti si potrebbe aumentare il gettito delle tasse. È noto che, secondo la legge italiana, le invenzioni brevettate devono essere attuate entro un anno o due dal loro conferimento, termine che è stato ora portato a tre anni per i sudditi degli Stati della convenzione internazionale. Ora questa esigenza della legge è molto gravosa per gli stranieri i quali non sempre possono ottemperarvi e sono obbligati a fare delle spese inutili, come ad esempio per

Digitized by Google

annunci sopra giornali e tentativi di costruzione. Ciò rende gli stranieri poco propensi a mantenere in vita i loro brevetti dopo qualche anno. Cosicchè se, potendo rimaneggiare la legge, si pensasse ad abolire questa esigenza della messa in pratica o per lo meno temperarla molto, è certo che gli stranieri manterrebbero in vita i brevetti per una durata superiore alla attuale e così si avrebbero maggiori tasse versate all'erario.

Un altro lato della questione sollevato dal relatore, e specialmente poi dagli oratori precedenti, è quello della insufficienza intellettuale dell'ufficio della proprietà industriale che abbiamo oggi giorno. Sullo stesso argomento credo aggiungere qualche esempio appunto per dimostrare che nei funzionari attuali manca talora quel senso di responsabilità che è necessario perchè l'organismo della proprietà industriale funzioni secondo le esigenze. In un Congresso internazionale si svolse una questione importantissima relativa alla indipendenza dei brevetti, e il Congresso votò unanimemente che i brevetti dovevano essere considerati completamente indipendenti l'uno dall'altro. Ora a questo Congresso assisteva precisamente un funzionario delegato dal governo italiano, e non ostante questo fatto l'amministrazione della proprietà industriale, in un caso occorso pochi mesi dopo, prese una decisione perfettamente in opposizione a questo voto a cui pure aveva partecipato il delegato dell'amministrazione stessa, e non fu che dopo molti stenti che se ne ottenne la revocazione.

Analogamente si vide il caso di un delegato della proprietà industriale in un Congresso internazionale parlare in favore della proposta di unire l'ufficio della proprietà industriale ad un Istituto nazionale avente carattere tecnico, e poi lo si vide dimenticare completamente le parole da lui pronunziate anzi negare di averle pronunziate, quando si trattò di fare qualche passo per attuare il voto del Congresso a cui egli stesso aveva aderito.

Così pure abbiamo visto ancora l'anno scorso alla Conferenza di Berna i delegati italiani ripudiare essi per i primi certe formalità di legalizzazioni alle quali tutti i colleghi esteri si erano opposti e che si verificano soltanto nel nostro paese. Ora, ciò non ostante, dette formalità continuano tuttora ad essere messe in vigore per opera di quegli stessi funzionari che le sconfessarono a Berna.

Tutto ciò è certamente deplorevole, non essendo ammissibile che dei funzionari ai quali è affidata la direzione di un ufficio così importante possano manifestare in Congressi internazionali delle opinioni le quali sono completamente e per loro stessa volontà contraddette dal loro modo di agire.

Digitized by Google

Si è anche accennato in questa assemblea come manchi molto il senso di competenza tecnica all'ufficio che noi abbiamo presentemente e su ciò si potrebbero portare moltissimi esempi; io mi limiterò a citarne alcuni. Dirò, per esempio, che una volta venne respinto un brevetto domandato da un francese per il motivo che la descrizione era intitolata « Appareil-Douche ». Anche senza conoscere molto il francese si sa che questa dicitura si riferisce ad apparecchi che servono per dare la doccia. D'altra parte questa dicitura era stata adottata da un competente francese e di più approvata dallo stesso ufficio dei brevetti francesi. La nostra amministrazione oppose che non era una dicitura corretta e che bisognava mettere « Appareil à douche » oppure mettere « Appareil pour douche », dimostrando con ciò di non comprendere neanche l'invenzione nelle sue linee generali, poichè « Appareil pour douche » o « Appareil à douche » è evidente che non hanno lo stesso significato che le parole « Appareil-Douche » le quali sole servono a significare l'apparecchio complessivo col quale uno si può dare la doccia. E, per rimuovere l'opposizione dell'amministrazione, la quale oltre ad essere illegale era anche infondata, fu necessario modificare il titolo in questo modo: « Appareil pour se donner la douche ».

In un altro caso l'amministrazione rifiutò di rilasciare un brevetto in cui il verbo inglese « to control » era stato tradotto « comandare ». Ora è noto che il verbo « to control » inglese ha il più sovente il significato di « comandare » specialmente in meccanica e non ha affatto il significato di « controllare » che vuol dire tutt'altra cosa. Ora l'amministrazione non seppe far di meglio che domandare che si traducesse il verbo « to control » con la parola « controllare » la quale evidentemente suonava meglio all'orecchio, pur essendo completamente sbagliata. E questa volta per rimuovere l'opposizione ci volle tutta l'autorità di una persona competente estera di cui si depositò il parere.

Finalmente io ricorderò ancora che in Italia l'amministrazione dovrebbe pubblicare un *Bollettino* con delle informazioni relative alla proprietà industriale. Ora sarebbe molto utile che questo *Bollettino* pubblicasse le sentenze delle Corti italiane, che sono ciò che interessa di più gl'inventori italiani. Ciò che assolutamente sopra questo *Bollettino* non si fa: si pubblicano invece delle notizie dei paesi più lontani come Cuba, le Filippine, l'Australia, ecc., e facendo ciò l'amministrazione incontra anche delle difficoltà di traduzioni, a proposito delle quali merita di essere ricordato che di un articolo della legge inglese in cui è detto che non si possono impiegare dei disegni montati su tela o su altro materiale, il nostro Ministero pub-

Digitized by Google

blicò la traduzione in termini tali che da essi risulta che in Inghilterra sono precisamente necessari dei disegni su tela!

L'ing. GENTILI legge il seguente ordine del giorno:

« L'assemblea generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, riunita in Firenze il 9 ottobre 1905, ritenendo che l'attuale condizione delle industrie italiane esiga un adeguato servizio della proprietà industriale, fa voti:

« 1° perchè l'ufficio della proprietà industriale pure rimanendo alla dipendenza del Ministero di agricoltura, industria e commercio, sia costituito in un vero e proprio ufficio speciale in armonia al concetto contenuto nell'art. 12 della Convenzione internazionale di Parigi 20 marzo 1883, e in conformità a quanto è stato fatto presso tutte le grandi nazioni civili;

« 2° perchè di tale riforma dell'ufficio di proprietà industriale sia affidato lo studio ed il piano ad una Commissione governativa, della quale siano chiamati a far parte anche industriali, giuristi e tecnici di riconosciuta competenza in materia;

« 3° perchè sia ripristinata al più presto la pubblicazione in esteso (o quanto meno in sufficiente riassunto) delle descrizioni delle privative industriali e dei relativi disegni e tale pubblicazione sia poi tenuta al corrente;

« 4° perchè, in attesa della riforma di cui sopra, l'ufficio della proprietà industriale sia intanto sollecitamente posto in condizioni migliori delle attuali, e più rispondenti ai bisogni del servizio, come personale, come locali e come biblioteca;

« 5° perchè il Ministero di agricoltura, industria e commercio provveda senza indugio a stabilire delle norme fisse scritte per l'applicazione delle leggi, dei regolamenti e delle convenzioni internazionali in materia di proprietà industriale ».

PRESIDENTE. Metto ai voti l'ordine del giorno letto.

Si approva all'unanimità.

Martedì 10 ottobre.

Seduta pomeridiana - Ore 15.

PRESIDENTE. Dichiara aperta la seduta e dà la parola al Dott. Scarpa per la sua comunicazione *sulla proprietà magnetica dei colloidi.*

Dott. SCARPA legge la sua comunicazione.

PRESIDENTE. Ringrazia il Dott. Scarpa, dà la parola all'ingegnere G. Rostain per la sua conferenza su « L'elettricità nella medicina ».

Digitized by Google

Ing. ROSTAIN. Legge la sua conferenza e termina applaudito (viene riprodotta negli Atti, pag. 380).

PRESIDENTE. Ringrazia l'ingegnere Rostain e dichiara aperta la discussione sull'argomento.

Ing. GIORGI. Osserva che sarebbe necessario che i medici sapessero qualche cosa delle nostre discipline, non pretendendo che sappiano l'elettrotecnica. La mancanza anche delle notizie più elementari di elettricità si riscontra anche a qualche medico che in modo speciale si occupa di elettroterapia. Dà degli esempi che destano l'ilarità dell'assemblea, ma quel che è più grave si è che la maggior parte dei medici, poche essendo le lodevoli eccezioni, non sono al caso di prendere le precauzioni che in moltissimi casi sono necessarie ora, specialmente, che si va diffondendo l'uso degli alti potenziali.

Ing. ROSTAIN. Avrebbe anch'egli una serie lunghissima di aneddoti ma preferisce concludere proponendo un ordine del giorno del seguente tenore:

« L'Associazione E. I. fa voti perchè nelle scuole di elettrotecnica si facciano dei corsi speciali ad uso dei medici ».

Ing. SILVANO. Propone quest'altro ordine del giorno:

« L'A. E. I. considerati i pericoli a cui può dar luogo l'elettroterapia senza una necessaria preparazione tecnica, consiglia i dottori che intendono di valersene ad acquistare le necessarie nozioni ed invita il Governo a non permettere l'esercizio di tale metodo di cura a chi non prova di avere acquistato la necessaria esperienza ».

Dott. SCARPA. Fa presente come sarebbe necessario insistere perchè dell'insegnamento di questa disciplina ai medici fossero incaricate persone competenti. La discussione prosegue animata finchè si pone ai voti ed è approvato il seguente ordine del giorno:

« L'assemblea fa voti perchè siano promossi corsi speciali intesi a diffondere le nozioni necessarie per le applicazioni della elettricità nel campo della medicina, e dà incarico al presidente di invitare le Sezioni a prendere qualche iniziativa onde raggiungere lo scopo ».

4. Standardizzazione del materiale elettrico.

PRESIDENTE. L'argomento ha una storia che brevemente riassumo. Si cominciò a pensare alla cosa in America ed in Inghilterra, a capo del movimento essendosi messo ultimamente il colonnello Crompton. La questione fu portata al Congresso di Saint Louis dell'anno scorso e fu anche discusso nella « camera dei delegati ufficiali ». Era intenzione che fosse nominata dai Governi una Com-

Digitized by Google

missione internazionale per lo studio della questione e per l'eventuale convenzione a farsi perchè le proposte potessero essere accettate dai vari Governi. Alcuni dei delegati, e tra questi gli italiani, si opposero a che i Governi dovessero entrare in questo interesse particolare delle industrie ed invece proposero che la Commissione internazionale fosse formata da delegati di Società tecniche. Per questo fu nominato una specie di Segretariato facente centro al colonnello Crompton. La nostra Associazione è stata invitata a prender parte a questa Commissione inviando dei delegati. Prima di accettare o respingere questo invito io ho sottoposto la questione al Consiglio generale nella seduta del luglio scorso, e i colleghi furono del parere che essendo stata l'Associazione invitata a prender parte a questo lavoro non dovesse rifiutare l'invito però senza prendere nessun impegno riguardo alle deliberazioni, giacchè mentre sarebbe bene approfittare di tutto ciò che potesse essere utile per le nostre industrie, non converrebbe spingere l'accettazione fino a sottomettersi a tutti i deliberati alcuni dei quali certamente potranno facilitare le industrie americane, per esempio, e non le nostre. In seguito a questo ho all'invito risposto annunziando che avremmo inviati i delegati nostri, ma senza nessun potere impegnativo.

Il prof. Lombardi, che fu membro della Commissione che si occupò dell'argomento al Congresso di Saint Louis, ha preparato una breve relazione preliminare per dare ai colleghi una idea del lavoro preparatorio che fu fatto all'estero. Di tale relazione, che fu già pubblicata negli Atti, la Presidenza ha creduto utile inviare un estratto a quelle Ditte od Enti che più si credono interessati nella questione avvertendoli che la cosa sarebbe stata discussa in questa riunione generale.

La Commissione internazionale non è ancora definitivamente formata, sebbene parecchie associazioni tecniche di diverse nazioni si siano mostrate disposte a mandare i propri delegati e alcune li abbiano di già nominati.

La questione dunque sulla quale io apro la discussione è la seguente: l'assemblea crede opportuno che l'Associazione sia rappresentata in questa Commissione internazionale, e, in caso affermativo, crede giusto che i delegati non debbano aver potere impegnativi?

Ing. SOLERI. Prende la parola a nome delle Officine di Savigliano. Secondo l'oratore gl'industriali sentono vivo il bisogno della standardizzazione perciò è del parere che si debba prender parte attiva ai lavori della Commissione.

Ing. SEMENZA. Ha letto la memoria del prof. Lombardi e crede per questo che sia necessario chiarire la questione. Gli sembra che

Digitized by Google

in quella relazione siano compresi due argomenti distinti, l'uno quello della standardizzazione del materiale, l'altro quello delle norme di sicurezza e collaudo. Il primo argomento si divide poi in due se si pensa al fabbricante di macchine e al progettista di impianti. Le questioni sono dunque tre, la prima interessa i costruttori, le altre tutti gli elettricisti. Per suo conto egli non appoggia una proposta qualsiasi tendente a standardizzare le macchine perchè la cosa deve nascere da sè. Porta ad esempio la questione dei potenziali e fa osservare che il limite per la cosidetta bassa tensione ammesso oggi non lo potrà più essere domani. Qualunque determinazione in questo campo sembra all'oratore non conveniente al libero sviluppo dell'industria. Ricorda le vittorie ottenute in America da alcune ditte italiane nella fornitura di turbine; esse hanno la loro vera ragione nel fatto che in America tali costruzioni sono standardizzate mentre da noi ogni caso viene studiato a sè procurando la realizzazione delle migliori condizioni.

Invece per quanto riguarda i metodi di misura, di controllo e di collaudo, sembra all'oratore che sia desiderabile una certa uniformità anche internazionale, perciò la nostra Associazione dovrebbe prender parte ai lavori dando ai delegati incarichi precisi limitati alla sola parte che si riferisce ai controlli e ai metodi di collaudo.

PRESIDENTE. Osserva che lo scopo della Commissione dovrebbe essere molto largo, non dovendosi essa occupare soltanto del materiale elettrico, quindi non par possibile di scindere le tre questioni una dall'altra. L'Associazione potrebbe dare ai suoi delegati quelle norme che credesse opportune, seguendo, ad esempio, i concetti dell'ing. Semenza; sembra però più pratico non metter troppe limitazioni ai delegati, salvo quella di evitare ogni forma di adesione impegnativa e di riferire all'A. E. I. sulle decisioni della Commissione.

Ing. GIORGI. Crede che la standardizzazione si debba limitare molto, arrestarsi forse alla sola fissazione dei tipi perchè anche in questo è bene ci sia la voluta libertà. Una standardizzazione spinta può essere desiderata dai costruttori, ma non da tutti coloro che si occupano di impianti.

Ing. GENTILI. Fa osservare che l'assemblea deve decidere se vuol confermare quanto aveva stabilito il Consiglio generale circa alla rappresentanza della nostra Associazione nella Commissione internazionale. Su ciò sembra non possa esserci alcun dubbio. In quanto alla questione delle standardizzazioni, crede che un accordo internazionale possa tornare di danno alla industria nostra.

Ing. SOLERI. Insiste sulla convenienza per i costruttori della standardizzazione facendo rilevare che una delle nostre cause d'in-

Digitized by Google

feriorità commerciale di fronte, per esempio, all'America, si è il fatto di non costruire « a serie ». Raccomanda quindi che l'Associazione sia rappresentata nella Commissione e che i delegati non prendano impegni.

PRESIDENTE. Divide il quesito in due parti e mette ai voti la prima, cioè la proposta di mandare dei delegati in questa Commissione.

L'assemblea approva ad unanimità.

PRESIDENTE. La seconda parte consiste nel mandato di fiducia a questi delegati.

Ing. SEMENZA. Evidentemente i delegati con la lora azione possono far prendere alla Commissione un determinato atteggiamento. Ora a me pare che la cosa non sia ancora studiata abbastanza, mentre sarebbe bene far sapere a questi delegati il preciso parere dell'assemblea. Occorrerebbe perciò ricorrere al parere delle Sezioni o ad un *referendum*.

PRESIDENTE. Ciò può farsi perchè la Commissione non si è ancora costituita e non mi pare siano a temersi prossime missioni. Si potrà quindi portare la questione alle Sezioni perchè dopo ampie discussioni facciano conoscere il loro illuminato parere.

Prof. FERRARIS. Appoggia la proposta che la questione debba essere studiata dalle Sezioni.

Ing. SOLERI. Io propongo che l'assemblea deleghi al presidente la nomina dei delegati.

L'assemblea approva.

PRESIDENTE. Ciò non esclude che prima si interroghino le Sezioni.

5. Sede della prossima assemblea.

PRESIDENTE. L'ordine del giorno porta: proposta della sede dell'assemblea del 1906...

Interrompendo il presidente voci da ogni parte propongono Milano.

La proposta è approvata per acclamazione.

6. Comunicazioni e proposte eventuali.

PRESIDENTE. Dà la parola all'ing. Giorgi per la sua comunicazione preliminare sui nuovi principî pel calcolo delle macchine elettriche.

Ing. GIORGI. Dice la sua breve comunicazione interessando grandemente l'uditorio che corona di applausi le conclusioni.

PRESIDENTE. Ringrazia il prof. Giorgi della pregievole comuni-

Digitized by Google

cazione augurandosi di aver presto in esteso la trattazione completa dell'argomento.

Ing. LATTES, *Cassiere*. Non avendo potuto esser presente alla discussione dei bilanci, per le ragioni indicate dal Presidente nella precedente seduta, rinnova le sue scuse e si dichiara pronto a favorire ai colleghi tutte le delucidazioni che credessero di richiedergli.

Come consigliere della « Società Telefoni Italia Centrale », che ha il suo ufficio intercomunale principale a Firenze, invita i soci, che avessero interesse, a visitare la centrale.

L'assemblea ringrazia.

Ing. RUFFOLO. Con parole di vivo cordoglio per i disgraziati colpiti dal terremoto delle Calabrie, invita l'Associazione a comprendere nei suoi giri anche quella regione d'Italia, appoggiando una idea già lanciata dal presidente nel suo discorso inaugurale.

PRESIDENTE. Il mio concetto era precisamente di estendere le nostre gite anche in luoghi sconosciuti alla maggior parte dei soci perchè sono certo che questo servirebbe a migliorare il concetto che noi italiani abbiamo della nostra patria. E perciò io credo sarebbe conveniente fare delle escursioni anche con scopi che non siano prettamente elettrotecnici. In quanto però alla proposta Ruffolo io credo non si possa ora prendere una deliberazione perchè sarebbe prematura; la Presidenza può accogliere l'idea come raccomandazione nello studio di eventuali gite e invito l'assemblea ad accogliere con plauso la patriottica proposta (*Applausi*).

Ing. RUFFOLO. Si dimostra soddisfatto delle dichiarazioni del presidente.

Ing. TOSSELLINO. Accenna ad una istanza rivolta al Ministero della pubblica istruzione perchè venga istituito legalmente il titolo di ingegnere elettricista e domanda che l'Associazione s'interessi della cosa.

Dopo osservazioni del presidente e del prof. Ferraris la proposta è ritirata.

Ing. GENTILI. Stanno per chiudersi i lavori di questa assemblea e poichè prima che la nostra Associazione si riunisca di nuovo l'anno prossimo a Milano l'attuale presidenza sarà già scaduta per compiuto triennio, io credo che vi avrò tutti assenzienti proponendovi di portare un voto di fervido plauso al nostro presidente prof. Ascoli che con tanto amore, con tanto tatto e tanta autorevolezza ha guidato le sorti della nostra Associazione e la cui attività intelligente indefessa, le cui iniziative geniali e feconde hanno così efficacemente contribuito a portare la nostra Associazione al grado presente di sviluppo e di importanza.

L'assemblea applaude vivamente.

Digitized by Google

PRESIDENTE. Ringrazia augurando che i suoi successori sappiano guidare l'Associazione con maggiore autorità ed efficacia; ma si augura nello stesso tempo che essi sieno animati dai sentimenti che ispirarono costantemente l'opera sua.

Porge un ringraziamento sincero ai suoi collaboratori durante il triennio che sta per scadere e specialmente al segretario generale Ing. Salvadori e al cassiere Comm. Ing. Lattes. (*Applausi*).

Dichiara chiusa la nona Assemblea Generale.

VISITE, ESCURSIONI E RICEVIMENTI.

I ricevimenti e le visite ebbero luogo secondo voleva il programma, salvo piccole varianti.

La sera dell'inaugurazione dei lavori del Congresso la Sezione di Firenze offrì a tutti gl'intervenuti un suntuoso rinfresco nella propria sede.

Nel pomeriggio di lunedì 9, dopo il solenne ricevimento a Palazzo Vecchio da parte delle autorità comunali, i congressisti, a mezzo di trams messi gentilmente a loro disposizione dalla Società dei tramways fiorentini, si recarono a visitare la nuova ed importante fabbrica di automobili « Florentia », e la sera assistettero in massa ad una rappresentazione, in loro onore, al Politeama Nazionale.

La mattina del 10, favorita da uno splendido tempo, ebbe luogo la gita a Doccia per la visita dello stabilimento Richard-Ginori.

Alla fermata del tram a Doccia i congressisti furono ricevuti dal direttore della fabbrica, ing. Claudio Buschetti, dal quale furono accompagnati in carrozza allo stabilimento. Al termine della interessante visita ai congressisti venne offerto un elegante ed artistico portacenere, espressamente fabbricato.

Alla sera la Sezione di Firenze offrì al Grand Hôtel un pranzo, al quale presero parte oltre 150 soci e molte gentili e graziose signore; v'intervenne anche il senatore marchese Ippolito Niccolini, sindaco di Firenze. Non mancarono numerosi brindisi alla città ed all'Associazione.

Nel mattino di mercoledì 11 fu visitata la Centrale della Società Toscana per impsese elettriche e l'officina Galileo.

Furono guide cortesi il prof. Pasqualini e gl'ingegneri Martinez ed Amari. Nella sala per gli esperimenti elettrici, luogo principale di lavoro del prof. Pasqualini, tenne la preannunciata conferenza

Digitized by Google

sperimentale il prof. Arnò, trattando della *variazione di isteresi nei corpi magnetici in campi Ferraris sotto l'azione di correnti continue interrotte ed alternate e di onde hertziane.*

In una prima Nota presentata alla R. Accademia dei Lincei ed in una susseguente comunicazione fatta all'Associazione elettrotecnica italiana (1), il prof. Arnò ha esposto i risultati di alcune ricerche sperimentali sulla variazione dell'isteresi magnetica in un disco o cilindro di materiale magnetico sospeso in un campo Ferraris, allorquando il disco o cilindro stesso è sottoposto all'azione di un sistema di onde hertziane.

In due recenti comunicazioni fatte al R. Istituto Lombardo di scienze e lettere (2) egli ha riferito poscia i risultati di una serie di altre due ricerche intese a studiare il comportamento dei corpi magnetici in un campo Ferraris, sotto l'induzione di correnti continue, di correnti alternate di ordinaria frequenza e di correnti interrotte.

In seguito, in alcune altre Note presentate alla R. Accademia dei Lincei (3), ha riferito i risultati di nuove ricerche aventi per scopo di studiare il fenomeno della variazione di isteresi in un cilindro di acciaio sotto l'azione di una corrente continua, interrotta od alternata, o di un sistema di onde hertziane:

a) facendo variare, fra i limiti più estesi possibili, l'intensità del campo Ferraris in cui il cilindro è collocato;

b) facendo variare, fra estesi limiti, l'intensità del campo magnetico secondario generato dalla corrente continua, interrotta od alternata, alla cui azione viene sottoposto il cilindro di materiale magnetico collocato nel campo magnetico rotante;

c) facendo variare la frequenza della corrente alternata od il numero delle interruzioni al 1″ della corrente interrotta su cui si sperimenta.

Nel fascicolo di giugno del *Nuovo Cimento* sono esposti i nuovi fatti constatati e riepilogati i principali risultati di queste ricerche alle quali appunto si riferiscono le esperienze brillanti che il professore Arnò mostrò ai consoci. Li enumeriamo:

---

(1) *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 1° sem. 1904, pag 272; *Atti dell'Associazione elettrotecnica italiana* (comunicazione fatta alla Sezione di Milano nella seduta del 25 maggio 1904),

(2) *Rendiconti del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere*, 1905, serie 2ª, vol. XXXVIII, pag. 142 e 438.

(3) *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 1° sem. 1905, pag. 278, 368 e 512.

Digitized by Google

1° In corrispondenza di campi Ferraris sufficientemente intensi, sempre si constata una diminuzione del ritardo di magnetizzazione nel cilindro di materiale magnetico; tale diminuzione di isteresi essendo tanto più grande quanto maggiore è l'intensità del campo Ferraris, in cui è collocato il cilindro su cui si sperimenta, e quanto maggiore è l'intensità del campo magnetico secondario generato dalla corrente su cui si sperimenta, ed alla cui azione il cilindro stesso è sottoposto;

2° In corrispondenza di campi Ferraris di debole intensità, si può avere aumento o diminuzione del ritardo col quale la magnetizzazione del cilindro di acciaio segue la rotazione del campo in cui esso è collocato: e precisamente si ha aumento di isteresi fino a che l'intensità del campo magnetico secondario non ha superato un certo determinato valore, a partire dal quale, e per tutti i valori ad esso superiori, si constata invece diminuzione di isteresi;

3° Esiste sempre — a parità di tutte le altre condizioni in cui si sperimenta — un valore della intensità del campo Ferraris, in cui è collocato il cilindro sottoposto all'azione della corrente continua interrotta od alternata, o del sistema di onde hertziane, per cui si ha il massimo aumento di isteresi; ed un valore della intensità del campo Ferraris per cui non si ha più nè aumento, nè diminuzione di isteresi nel materiale magnetico sperimentato;

4° Allorquando si sperimenta con campi Ferraris di debole intensità, esiste sempre — in corrispondenza di una data intensità del campo magnetico rotante e a parità di tutte le altre condizioni in cui si sperimenta — un valore della intensità del campo magnetico secondario per cui si ha il massimo aumento di isteresi; ed un valore della intensità del campo magnetico secondario per cui non si ha più nè aumento, nè diminuzione di isteresi nel materiale magnetico sperimentato;

5° A parità di tutte le altre condizioni in cui si sperimenta, se si ha aumento di isteresi, questo è notevolmente più piccolo nel caso in cui si sperimenta con correnti continue che allorquando il corpo magnetico è sottoposto all'azione di correnti interrotte o alternate; e se, d'altra parte, si ha diminuzione di isteresi, questa è invece notevolmente più grande se si sperimenta con correnti continue di quella che altrimenti si ottiene con correnti interrotte od alternate;

6° Allorquando sottoponendo il cilindro di materiale magnetico all'azione di una corrente continua, si ha, in certe determinate condizioni, nè aumento, nè diminuzione di isteresi, si ottiene sperimentando in quelle stesse condizioni con correnti interrotte ed alternate, aumento di isteresi.

Digitized by Google

Viceversa, allorquando sottoponendo il cilindro di materiale magnetico all'azione di una corrente interrotta od alternata, si ha, in certe determinate condizioni, nè aumento, nè diminuzione di isteresi, si ottiene sperimentando in quelle stesse condizioni con correnti continue, diminuzione di isteresi;

7° Può ancora accadere che, sperimentando con correnti continue ed avendo diminuzione di isteresi, si abbia invece — sperimentando con correnti interrotte od alternate e mantenendo inalterate tutte le condizioni dell'esperimento — aumento del ritardo di magnetizzazione nel cilindro di materiale magnetico;

8° L'aumento del ritardo di magnetizzazione è, a parità delle altre condizioni, tanto più grande quanto maggiore è la frequenza della corrente alternata o quanto maggiore è il numero delle interruzioni al 1″ della corrente interrotta su cui si sperimenta;

9° La diminuzione del ritardo di magnetizzazione è, a parità delle altre condizioni, tanto più grande quanto minore è la frequenza della corrente alternata o quanto minore è il numero delle interruzioni al 1″ della corrente interrotta su cui si sperimenta;

10° Allorquando, sottoponendo il cilindro di materiale magnetico all'azione di una corrente alternata di una data frequenza, od interrotta con un dato numero di interruzioni, si ha, in certe determinate condizioni, nè aumento, nè diminuzione di isteresi, si ottiene, sperimentando in quelle stesse condizioni con correnti alternate di frequenza maggiore od interrotte con maggior numero di interruzioni, aumento di isteresi.

Viceversa, allorquando sottoponendo il cilindro di materiale magnetico all'azione di una corrente alternata di una data frequenza od interrotta con un dato numero di interruzioni, si ha, in certe determinate condizioni, nè aumento, nè diminuzione di isteresi, si ottiene, sperimentando in quelle stesse condizioni con correnti alternate di frequenza minore od interrotte con minor numero di interruzioni, diminuzione di isteresi;

11° Può finalmente ancora accadere che, sperimentando con una corrente alternata di una data frequenza od interrotta con un dato numero di interruzioni, ed avendo diminuzione di isteresi, si abbia invece — sperimentando con correnti alternate di frequenza maggiore od interrotte con maggior numero di interruzioni, e mantenendo inalterate tutte le condizioni dell'esperimento — aumento del ritardo di magnetizzazione nel cilindro di materiale magnetico.

E così può ancora accadere che, sperimentando con una corrente alternata di una data frequenza, od interrotta con un dato numero di interruzioni, ed avendo aumento di isteresi, si abbia invece — spe-

Digitized by Google

rimentando con correnti alternate di frequenza minore, od interrotte con minor numero di interruzioni, e mantenendo inalterate tutte le condizioni dell'esperimento — diminuzione del ritardo di magnetizzazione nel cilindro di materiale magnetico.

***

Nel pomeriggio, dopo la visita all'Officina dei tramways fiorentini, in occasione della quale l'ing. Catani eseguì alcune esperienze di saldature di rotaie mercè la fiamma ossi-acetilenica, i congressisti si portarono al Piazzale di Michelangelo, dove venne loro offerto dagl'industriali della città un vermouth d'onore ed alla sera ebbe luogo al Gambrinus un principesco pranzo, offerto anche questo dagl'industriali, al quale intervennero circa 140 soci.

Il giorno di giovedì 12, ultimo del Congresso, un numeroso gruppo di congressisti e signore si recò a S. Giovanni Valdarno, ove, sotto la intelligente guida del direttore dottor Ubaldo Sequi, visitò la ferriera.

Dopo la visita ed una colazione offerta dalla Direzione della ferriera di S. Giovanni al Circolo Masaccio, i congressisti si recarono a visitare la miniera di Castelnuovo, con treno speciale messo a disposizione dalla Direzione. A visita compiuta, si offrì loro anche un rinfresco.

A completare questo modesto riassunto delle visite, aggiungeremo che a tutti i congressisti fu regalata, a ricordo del Congresso, una elegante tascabile Guida di Firenze, compilata sotto l'intelligente direzione dell'ing. Picchi.

Al prof. Pasqualini, all'ing. Picchi ed agli altri, che furono l'anima della ottima riuscita del Congresso, esprimiamo i nostri vivi e sentiti ringraziamenti.

Nè possiamo tacere, fra i tanti cui spetta la nostra riconoscenza, l'on. sindaco di Firenze marchese senatore Ippolito Niccolini, il cav. Ezio Rosi, direttore dei tramways fiorentini, il dottor Ubaldo Sequi e l'ing. A. Ciampi, direttori, l'uno della ferriera di S. Giovanni Valdarno, della miniera di Castelnuovo l'altro, l'ing. Airault, direttore della fabbrica di automobili « Florentia », l'ing. F. Sizia, l'ing. A. Rampoldi, l'ing. P. Molfino, l'ing. D. Spallicci, i quali tutti efficacemente cooperarono all'organizzazione di questo IX Congresso dell'A. F. I., che ha lasciato in tutti gl'intervenuti il più gradito ricordo.

Il Segretario generale
R. SALVADORI.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti (*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	» 20
»	»	III	»	» 10
»	»	IV	»	» 20
»	»	V	»	» 20
»	»	VI	» (*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	» 20
»	»	VIII	»	» 20
Abbonamento	»	IX	»	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 » »	25	35	65	95	150
3/4 » »	30	45	80	115	180
1 » »	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. NOVEMBRE 1905 Fasc. 5°

713

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

L'ESCURSIONE IN AMERICA COMPIUTA DALL'A. E. I.

NELL'AGOSTO E SETTEMBRE 1904

(Con 99 figure e 2 tavole).

N. 31. I. Introduzione — Prof. M. Ascoli . . . . . *Pag.* 445
„ 32. II. Lo stato generale delle industrie elettriche negli Stati Uniti — Prof. L. Lombardi 474
„ 33. III. Le centrali elettriche — Prof. F. Lori 497
„ 34. IV. Le officine di costruzioni elettro-meccaniche — Ing. A. Picchi 530
„ 35. V. La trazione elettrica con corrente continua — Ing. C. A. Curti 545
„ 36. VI. Il trasporto dei passeggeri nelle grandi città americane — Prof. M. Ascoli. 567
„ 37. VII. L'elettricità all'Esposizione di Saint-Louis — Ing. E. Soleri 584
„ 38. VIII. La lampada ad arco chiuso e la regolazione in serie — Ing. E. Soleri . . 636

AVVERTENZA. *I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2.*

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente Onorario

PROF. SEN. ANTONIO PACINOTTI.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Ing. G. Batta Cucchetti - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Gustavo Rizzoli; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Salvatore Marieni - Ing. Angelo Silva.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Giuseppe Carazzolo; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini-Rossi - Ing. Ugo Valduga - Sen. prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Prof. Moisè Ascoli - Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

VOL. IX. NOVEMBRE 1905 Fasc. 5°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

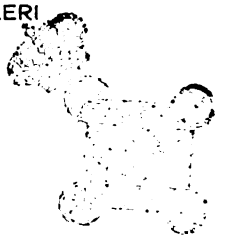
SEDE CENTRALE — ROMA

L'ESCURSIONE IN AMERICA COMPIUTA DALL'A. E. I.

NELL'AGOSTO E SETTEMBRE 1904 (1)

Relazioni dei soci ASCOLI, CURTI, LOMBARDI, LORI, PICCHI, SOLERI

N. 31.



I.

PROF. M. ASCOLI

INTRODUZIONE

ORGANIZZAZIONE. — Il proposito di intraprendere un viaggio negli Stati Uniti, prendendo occasione dall'Esposizione e dal Congresso internazionale di elettricità che si doveva tenere in St. Louis nel 1904, fu formulato fin dal principio dell'anno 1903.

(1) Nella presente relazione si troveranno talvolta misure espresse in unità inglesi. Non si è creduto opportuno di tradurle sempre nel sistema metrico perchè ne risulterebbero dei numeri frazionari, di cui spesso non si saprebbe rendersi ragione.

Riportiamo qui i valori di alcune unità riferite al sistema metrico:

Lunghezza . .	Piede (*foot*)	=	m. 0.305
	Pollice (*eanch*)	=	cm. 2.54
	Miglio (*mile*)	=	m. 1609.3
Superficie . . .	Piede quadrato	=	mq. 0.0929
	Pollice quadrato	=	cmq. 6.45
	Acre	=	ettari 0.405
Volume	Piede cubo	=	litri 28.316
	Gallone	=	„ 3.79
Peso	Libbra	=	kg. 0.454
	Oncia	=	gr. 28.35
	Ton	=	tonn. 1.016
Pressione . . .	Libbra per piede quadrato . .	=	$\frac{\text{kg.}}{\text{cmq.}}$ 4.9
	Libbra per pollice quadrato .	=	„ 0.0704
Calore	*British thermal unit* (B. T. U.) o caloria-libbra-grado Fahr . .	=	calorie 0.252

Le figure 1, 8, 10, 13 a 18, 20, 23, 24, 30 sono ricavate da negative de soci Ascoli (A), Castellini (C), Pesenti (P), Picchi (Pc), Pirelli (Pi), Prandoni (Pr), Rubini (R), le altre da fotografie o pubblicazioni raccolte durante il viaggio.

Digitized by Google

Accolta favorevolmente la proposta dai soci dell'A. E. I., furono subito aperte trattative coll'American Institute of Electrical Engineers per l'organizzazione del viaggio nel territorio americano.

L'American Institute rispose con grande cortesia alle nostre comunicazioni, invitandoci a prender parte ad un viaggio circolare che si stava organizzando per i membri dell'Institution of Electrical Engineers di Londra, e nel tempo stesso offrendoci il più ampio appoggio. Di tanta cortesia andiamo debitori specialmente agli ingegneri J. W. Lieb e C. O. Mailloux di New York.

Dopo ciò incominciò l'arduo lavoro di organizzazione. Allo scopo furono nominate dalla presidenza dell'A. E. I. due Commissioni, una in Italia, composta dal presidente prof. Ascoli, dagli ing. Salvadori, Lattes, Giorgi e dal comm. Dell'Oro; l'altra in America, presieduta dall'ing. Lieb e composta dagli ing. Mailloux, Torchio e Faccioli, tutti nostri soci residenti negli Stati Uniti, e dall'ing. Soleri, che si recava a St. Louis per un soggiorno di parecchi mesi.

Alla Commissione americana fu lasciata ampia facoltà di provvedere a tutti i dettagli, secondo le linee generali assegnate dalla Commissione italiana.

Considerata la breve durata assegnata dall'American Institute al viaggio circolare, e la brevissima permanenza nella più importante città dell'Unione, fu stabilito di aggiungere al programma generale, un programma speciale per la comitiva italiana, comprendente specialmente la visita di New York e delle vicinanze.

Nella preparazione del programma speciale, la Commissione americana, e specialmente il presidente signor Lieb, si adoperò con tanto zelo, attività e cordiale previdenza, che nessuna parola può bastare ad esprimere la nostra gratitudine.

E nello svolgimento di questo programma, che costituì senza dubbio la miglior parte della nostra escursione, il sig. Lieb e suoi colleghi furono continuamente a nostra disposizione, infaticabili nell'adempimento della missione che si erano proposti.

Quanto alla traversata, la comitiva doveva necessariamente dividersi in due parti, a seconda della via prescelta tra quella del Mediterraneo e quella del Nord: la prima richiedendo maggior tempo, la seconda maggior spesa. Avendo la maggioranza degli inscritti dichiarato di preferire la prima, la presidenza deliberò di occuparsi solamente del trasporto per la via del Mediterraneo, lasciando agli altri di provvedere ciascuno per proprio conto, salvo a trovarsi in New York per svolgere il programma comune.

Fallite, non certo per colpa nostra, le trattative colla Navigazione Generale Italiana, fu stabilito di imbarcarsi sul magnifico transatlan-

Digitized by Google

tico *Princess Irene,* del Nord Deutscher Lloyd, in partenza il giorno 11 agosto da Genova ed il 12 da Napoli; e fu ventura, poichè rimaneva così libera la via del ritorno in grazia dell'accordo tra molte Società di navigazione, tra cui non è compresa la Generale Italiana.

I componenti la comitiva furono 44, dei quali 29 presero imbarco sul *Princess Irene,* 11 sul *Deutschland* e 4 su altri transatlantici.

A questi 44 si unirono, in America, i 5 della nostra Commissione americana, e qualche altro socio venuto per proprio conto, dimodochè la nostra Associazione era rappresentata da più di 50 soci.

Ecco i nomi dei componenti la comitiva, coll'indicazione della Sezione cui appartengono:

Ambrosano (Firenze), Ascoli e signora (Roma), Barosi (Milano), Barzanò (Milano), Brazzola (Milano), Carelli (Napoli), Carini (Milano), Castellini (Milano), Cavalieri (Genova), Curti (Napoli), Danioni (Milano), Dunn (Firenze), Egger (Milano), Fano (Roma), Galimberti (Milano), Gamba (Milano), Giorgetti (Milano), Giudice (Napoli), Grassi (Torino), Jona (Milano), Lombardi (Napoli), Lori (Padova), Maffezzini (Roma), Magrini (Bologna), Odazio (Roma), Pancaldi (Bologna), Pesenti (Milano), Picchi (Firenze), Pirelli (Milano), Pizzi (Milano), Prandoni (Palermo), Rietti (Milano), Robbo (Genova), Rubini (Milano), Santarelli (Firenze), Segre (Napoli), Silva (Milano), Snoek (Milano), Soragni (Milano), Stramezzi (Bologna), Stucky (Roma), Tosi (Milano), Venzaghi (Milano).

Altri 6 soci, regolarmente iscritti, dovettero rinunciare al viaggio, ma conservarono l'iscrizione al Congresso. I soci Curti e Giorgetti gentilmente si assunsero le funzioni di segretari, il socio Picchi quelle di cassiere della comitiva.

Il *Princess Irene* arrivò a New York il mattino del 24, il *Deutschland* il mattino del 25, dopo ottima traversata. Tutta la comitiva prese alloggio al Park-Avenue Hôtel, dove il Lieb aveva predisposto ogni cosa nel modo più completo. Lo svolgimento del programma cominciò il giorno stesso.

Trascriviamo qui il programma, che si divide, come si è detto, in due parti:

Programma.

PARTE I (speciale per gli italiani).

Mercoledì 24 agosto: La Commissione americana dell'A. E. I. riceve gli arrivati del *Princess Irene* al Pier del Nord Deutscher Lloyd, in Hoboken - Gite con le automobili della Edison di New York nel Central Park ed altri punti della città. — *25 agosto:* Ricevi-

Digitized by Google

mento degli arrivati col *Deutschland* - Visita al Museo di Belle Arti e al Museo di Storia Naturale, ad una scuola media e un ospedale - Ricevimento, la sera, dell'A. I. E. E. al Waldorf Astoria. — *26 agosto:* Visita in automobile della « Città bassa, » dell'Acquarium e Stoke exchange (Borsa) - Gita a Coney Island, visita del Dreamland e del Luna Park - Pranzo a Coney Island, offerto dalla Commissione americana dell'A. E. I. — *27 agosto:* Gita a West Point, offerta dalla Commissione dei ricevimenti di New York dell'A. I. E. E. - Visita della Scuola dei cadetti di West Point - Rivista e sfilata. — *Domenica 29 agosto:* Riposo - Banchetto al Savoy Hôtel, offerto dalla Società « Dante Alighieri » e dalla Camera di commercio, e presieduto dall'ing. Torchio, presente il sindaco di New York e l'Ambasciatore d'Italia a Washington. — *29 agosto:* Visita delle officine della Western Electric Co. e della centrale di « Chelsea, » della Compagnia telefonica di New York - Colazione nei grandi magazzini Simpson - Visita ad una stazione di pompieri e manovra dei pompieri in Union Square - Visita allo Stevens Institute of technology. — *30 agosto:* Gita colle automobili della Edison alla Riverside Drive, passeggiata lungo il fiume Hudson, visita della tomba di Grant, dell'università di Columbia, dei parchi e del giardino zoologico nel Bronx - Pranzo all'aperto (« al fresco »), offerto dal signor Lieb al Claremont Hôtel. — *31 agosto:* Gita in campagna, con visita al laboratorio ed alla villa di Edison, in Orange, New Jersey - Visita, con colazione, delle officine elettro-meccaniche della Croker Wheeler Co. in Ampere New Jersey. — *1° settembre:* Visita del laboratorio elettrico di tarature (*testing laboratory*) e conferenza del signor Lieb - Partenza in

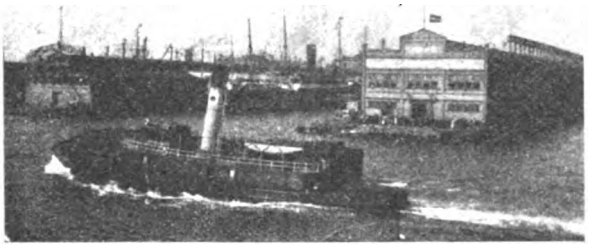


Fig. 1. — *Pier* della Hamburg. America Linie (A).

Fig. 2. — I cadetti di West Point (A).

Digitized by Google

battello per Fall River. — *2 settembre:* Visita di un grande cotonificio a Fall River - Gita a Newport, al mare, in tram elettrico, e passeggiata lungo il mare - Partenza per Boston - Arrivo al Vendome Hôtel; riunione colla comitiva inglese arrivata la mattina - Ricevimento del governatore del Massachusetts.

PARTE II (organizzata dall'A. I. E. E.).

Sabato 3 settembre: Visita delle centrali elettriche di Boston, del Massachusetts Institute for Technology, della Harvard University (colazione). — *4 settembre:* Gita sul fiume Hudson, in New York. — *5 settembre:* Visita alle centrali elettriche di New York - Inaugurazione della *Subway* - Grande banchetto dell'A. I. E. E. al Waldorf Astoria. — *6 settembre:* Partenza col treno speciale Pullmann dalla Grand Central Station, lungo il fiume Hudson, sino ad Albany - Visita delle officine della General Electric Co., a Schenectady (colazione offerta nel nuovo edificio delle turbine a vapore) - Ritorno ad Albany, fermata a Saratoga - Partenza per Montreal. — *7 settembre:* Arrivo a Montreal, Canadà (Windsor Hôtel) - Visita alle centrali elettriche (colazione nelle officine) - Viaggio in treno, offerto dalle Grand Trunk Railways, e in battello, offerto dalla città di Montreal, per gita sul lago di St. Louis ed il fiume St. Lorenzo, con discesa delle rapide di Lachine - Ricevimento alla Mc. Gill University e visita degli istituti universitari - Pranzo offerto dal Comitato locale - *Garden Party* al Forest and Stream Club, a Dorval, con rappresentazione di una comitiva indiana di Canghnawaga. — *8 settembre:* Visita ai dintorni di Montreal - Impianto idro-elettrico di Schawinigam (70 miglia da Montreal), impianto idro-elettrico di Lachine - Parco di Mont-royale. — *9 settembre:* A Niagara Falls - Giro delle cascate e rapide con treno elettrico offerto dal Comitato locale - Visita delle centrali della Niag-Falls Power Co. e della N. F. Hydraulic Power Co. — *10 settembre:* A Chicago: ricevimento all'Auditorium Annex Hôtel - Visita alle centrali, alla città, ai parchi sul lago Michigan - Pranzo offerto dal

Fig. 3. — Villa Edison (C).

Digitized by Google

Comitato locale. — *Domenica 11 settembre:* Fermata a Springfield - Escursione alla tomba di Lincoln, con discorso del signor Yates, governatore dell'Illinois - Ricevimento al Jeffefson Hôtel, in St. Louis. — *Dal 12 al 17 settembre:* Congresso di St. Louis e visite all'Esposizione. — *12 settembre:* Ricevimento nel padiglione dello Stato di New York all'Esposizione. — *13 settembre:* Ricevimento nel padiglione italiano - Pranzo offerto ai delegati delle Società tecniche dal presidente Arnold dell'A. I. E. E. — *14 settembre:* Colazione offerta dal Club degli Ingegneri al Festival Hall - Ricevimento nel palazzo dell'elettricità. — *15 settembre:* Banchetto dei delegati ufficiali, offerto dalla presidenza del Congresso al Jefferson. — *16 settembre:* Ricevimento nel padiglione inglese - Banchetto nel padiglione germanico, offerto dal Comitato locale. — *18 settembre:* Arrivo a Pittsburg la sera. — *19 settembre:* Visita alle officine Westinghouse, alle acciaierie Westinghouse e Carnegie - Pranzo nell'officina elettrica Westinghouse. — *20 settembre:* Washington: Visita dello Standard-Bureau, della Casa Bianca, Capitol - Congressional Library ed altri punti interessanti. — *21 settembre:* Philadelphia (Bellevue Stratford Hôtel): Visita alla città, alle centrali elettriche, alla Zecca ed alla fabbrica Baldwin di locomotive. — *22 settembre:* Banchetto offerto dagli Italiani al signor Lieb al Café Martin, in New York. — *24 settembre:* Scioglimento della comitiva.

Fig. 4. — Niagara-Cascata americana (Pr).

Durante tutto il viaggio furono inviate, come era convenuto, frequenti notizie telegrafiche, dirette all'ufficio centrale dell'A. E. I. in Roma, che le distribuiva subito alle famiglie dei viaggianti.

La quota versata per l'intero viaggio in 1ª classe (via del Mediterraneo), fu di L. 2300 per ciascun socio; in esse furono comprese tutte le spese, dall'11 agosto fino al 24 settembre, oltre il viaggio di ritorno. Questa somma fu sufficiente anche a coprire le le spese di rappresentanza, permettendoci così di dare qualche segno di gratitudine ai nostri ospiti cortesi e generosi.

Digitized by Google

Parecchi poi si trattennero in America oltre il 24 settembre, giorno della partenza del *Königin Louise* del N. D. L. per Napoli e Genova. Il nucleo più numeroso (una ventina) si imbarcò sul *Deutschland,* in partenza per Cherbourg il 29 settembre.

In grazia di questa organizzazione si ebbe agio, in una permanenza di 13 giorni almeno in New York, di acquistare una sufficiente conoscenza della grande metropoli che, per sè stessa, basta a dare un giusto concetto della vita americana, almeno degli Stati del nord-est. Invece il rapido viaggio circolare avrebbe forse lasciato di ogni cosa un'impressione troppo fuggevole.

È vero che le città americane non sono molto dissimili le une dalle altre; ma è vero anche che una parte del nostro tempo era assorbita da ricevimenti e banchetti, e che taluni dei grandi stabilimenti, come quelli di Schenectady e di Pittsburg (General electric Co. e Westinghouse), avrebbero richiesto ben più di una giornata, anche per una visita non molto minuta.

È certo, ad ogni modo, che la parte più proficua della nostra escursione fu quella spesa in New York e dintorni, e in St. Louis.

***

ARRIVO A NEW YORK. — Non seguirò, nel riferire brevemente delle impressioni ricevute, l'ordine con cui il programma si è svolto; comincerò tuttavia dall'arrivo a New York.

Chi arriva dalla via del Mediterraneo, giunto a circa 200 miglia da New York, saluta con gioia il faro galleggiante di *Nantuket,* primo segnale del termine della lunga navigazione; al nostro saluto rispose gaiamente il salto flessuoso di una balena. La mattina successiva si avvistò la punta detta *Sandy Hook,* che chiude la baia di New York. Qui la rotta si rallenta per la difficoltà di procedere tra i bassifondi, e la nave è successivamente abbordata dalle navicelle a vapore del pilota, della sanità e degli agenti di dogana. Questi ultimi richiedono le prime dichiarazioni; ma la previdente cortesia del signor Lieb aveva fatto il miracolo di mitigare lo zelo di questi signori, risparmiandoci in gran parte il fastidio di un rigore sconosciuto sulle nostre frontiere.

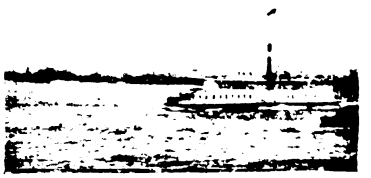


Fig. 5. — *Ferry* sul Hudson (A).

Chi entra in porto nelle ore mattutine ha subito l'impressione del grandioso movimento di questo centro, non tanto per la quan-

Digitized by Google

tità delle grandi navi quanto per lo sterminato numero d'imbarcazioni di ogni specie che trasportano attraverso l'Hudson ed attraverso la baia viaggiatori e merci. Sono piroscafi ad elica o a ruota dalla macchina a bilanciere; sono rimorchiatori trascinanti barche, zattere e draghe; sono grandi *ferry boats* (fig. 5 e 6) trasportanti lunghi treni o gremiti di viaggiatori che vanno al lavoro; velieri, canotti e barche solcano l'acqua tranquilla da tutte le parti e vi attraversano rapidamente la rotta. Man mano che si avanza, entrando nella baia superiore, si disegnano nel fondo nebbioso gli edifici della città, che si ergono a guisa di torri melanconiche, a Brooklyn, nella Staten Island e nell'isola di Manhattan. Poi, passata la statua della Libertà e intravvisto ad est il ponte di Brooklyn, si risale il largo Hudson, lungo le cui rive si stendono i *piers,* formanti la parte principale del porto di New York, mentre il resto è più a destra, lungo le sponde dell'East River, il quale, più che un fiume, è un braccio di mare compreso fra l'isola di Manhattan e la Long Island (fig. 50).

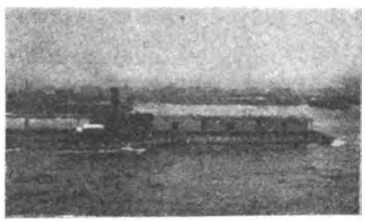


Fig. 6. — *Ferry* sul Hudson (A).

Gli scali (fig. 1 e 7) del Nord Deutscher Lloyd, come quelli della Hamburg Amerika, stanno a Hoboken, sulla riva destra dell'Hudson, nello Stato di New Jersey.

Questi scali (*piers*), a differenza dei porti europei, sono completamente coperti da grandi tettoie costruite in ferro e legno; ciò spiega i disastrosi effetti dell'incendio che qualche anno fa ne distrusse più d'uno, insieme alle navi ancorate.

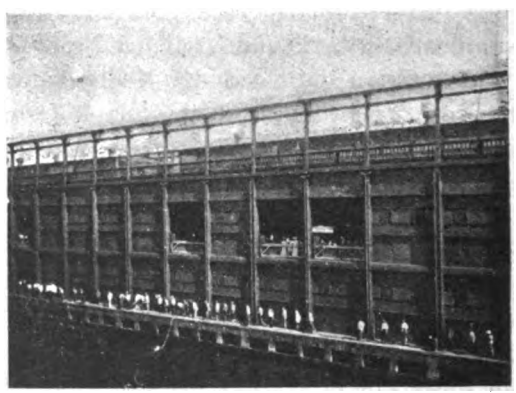


Fig. 7.
Pier del Nord Deutscher Lloyd all'ormeggio (C).

Dopo la lunga e laboriosa operazione dell'approdo, (fig. 7) si sbarca al coperto sotto la immensa tettoia, dove ci attendono gli agenti doganali, anche qui resi discreti dall'intercessione del Lieb; ciò che ci permette di guardare senza invidia i tormenti inauditi cui sono sottoposti i nostri compagni di navigazione. Non parlo degli emigranti, che vanno invece

Digitized by Google

a subire ben altri tormenti in una specie di lazzaretto morale in Ellis Island (fig. 10).

Al *pier* siamo accolti dal signor Lieb, dal signor Martin, presidente del Comitato dei ricevimenti di New York e proprietario dell'Electrical World; dal signor Rice dell'A. I. E. E.; dal vice-console d'Italia, dott. Éles; dal presidente della Camera di commercio italiana, comm. Zucca; dagli ingegneri Torchio e Faccioli.

Fig. 8. — Arrivo di un *Ferry* (A).

Trasportati da vetture ed automobili, non tardiamo a farci una idea del paese che ci accoglie. L'automobile, sobbalzando sul mal connesso selciato, si avvia verso il *ferry* (fig. 8) sul quale dobbiamo attraversare l'Hudson; uno di questi galleggianti è sempre pronto a ricevere vetture, carri e persone che si affollano ad uno dei due approdi; ma difficilmente, malgrado le sue dimensioni colossali, può caricare tutti quelli che aspettano di valersi di questo mezzo di trasporto, il solo che finora permetta di attraversare il fiume. Dopo pochi minuti, sbarcati sull'altra sponda, anch'essa affollata di veicoli (figura 9) d'ogni specie, e ripresa la corsa sul pessimo pavimento, attraversando binari ad ogni incrocio, mentre, sul capo, rumoreggiando senza posa, corrono lungo i ponti di ferro i carri delle ferrovie sopraelevate, giungete a *Washington square* dov'è la statua di Garibaldi, entrate nella parte meridionale di Broadway, l'arteria principale del movimento di New York; passate

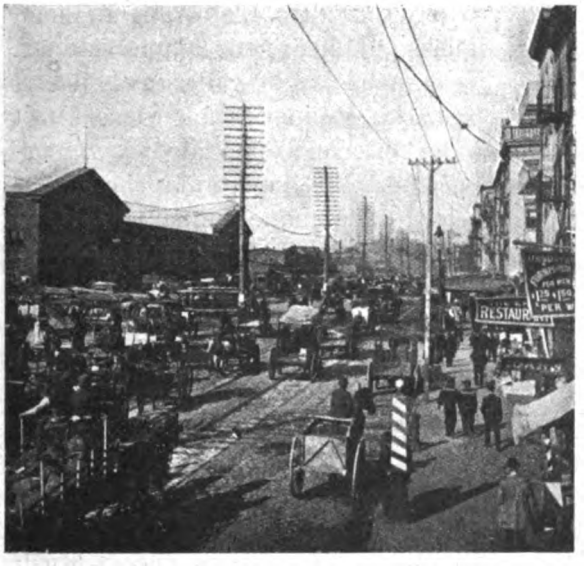


Fig. 9. — Arrivo in Manhattan.

Digitized by Google

davanti ad alcuni degli edifizi torreggianti (*skyskrapers*) e, giunti ad uno dei più caratteristici tra questi, il Flatiron (fig. 12), lasciate la Broadway per infilare l'aristocratica e tranquilla Fifth Avenue, dal pavimento d'asfalto, senza binari, dalle numerose chiese verdeggianti e dai palazzi dei più noti miliardari. Voltata la 32ª strada, giungiamo infine alla 4ª Avenue (*Park Avenue*), dove ci fermiamo, già alquanto americanizzati, al nostro albergo.

***

ALBERGHI. — Sebbene i nostri cortesi ospiti avessero giudiziosamente scelto per la nostra non breve permanenza in New-York una residenza relativamente modesta, il Park Avenue Hôtel (fig. 16) dà già un'idea dell'albergo degli Stati Uniti, questa istituzione che occupa un posto importante nella vita degli americani, i quali generalmente, tanto nel discorso come negli stampati e spesso anche nelle scritte esterne, omettono la parole *hôtel* dicendo il Park Avenue, il Waldorf Astoria, l'Auditorium, il Jefferson e persino il Grand senz'altro. L'albergo è un luogo quasi pubblico; nelle ampie sale terrene, nelle larghe gallerie, negli atri spaziosi, chiunque va e viene senza essere menomamente molestato da interrogazione alcuna. Il portiere, nel senso europeo, quel personaggio importante che dà al forestiero indicazioni di ogni specie in qualunque lingua, non esiste. Esiste solo il *bureau* i cui numerosi impiegati si curano esclusivamente delle persone che li interrogano. Negli alberghi si danno liberamente appuntamenti, si tengono riunioni per conversazione e sedute per trattare affari d'ogni specie; molti americani vi si stabiliscono temporaneamente, quando hanno occupazioni in luoghi vicini, molti vi passano tutta la vita. La grandiosità, la ricchezza e spesso anche l'eleganza delle sale e delle gallerie infinite non hanno riscontro negli alberghi d'Europa. Il Waldorf Astoria di New York, l'Auditorium di Chicago, il Jefferson di St-Louis, il Stratford Bellevue di Philadelfia sono i più sontuosi che ci accolsero nel nostro viaggio, ma anche gli altri, anche il modesto Park Avenue, per certi rispetti, vincono senza contrasto i nostri migliori. Il Waldorf Astoria, dove dall'Am. Institute fu offerto agli italiani un

Fig. 10. — Ellis Island (A).

Digitized by Google

magnifico ricevimento la sera dell'arrivo (25 agosto) del Deutschland e più tardi (il 5 settembre) alla comitiva riunita un sontuoso banchetto, è forse finora il più grandioso del mondo e costò, a quanto si asserisce, 60 milioni di lire. Esso contiene 1400 camere da letto con 800 camerini da bagno, 2000 persone pel servizio di cui 600 camerieri, 40 saloni, 16 piani con 34 ascensori elettrici, e 25,000 lampade ad incandescenza! Il servizio degli ascensori, dell'illuminazione, delle cucine elettriche, della fabbrica di ghiaccio (100 tonnellate al giorno) richiede impianti elettrici e meccanici autonomi colossali; nel Waldorf Astoria si hanno oltre 3000 cavalli. Impianti di questo genere, che, anche quando non giungono a tanta importanza, si aggirano spesso intorno ai 2000 cavalli, sono numerosissimi negli stabilimenti americani di ogni sorta e specialmente negli alberghi e magazzini; essi costituiscono una grande risorsa per i liberi professionisti (*consulting electrical engineers*) che li eseguiscono o vi attendono. In un magazzino di Chicago (Marshall Field) contenente merci ed uffici d'ogni specie con un personale di oltre 5000 individui, sono installati per lampade e motori circa 6000 cavalli, di cui metà per illuminazione e metà per forza motrice (ascensori, ventilatori, macchine refrigeranti, ecc.).

*
* *

ASCENSORI. — Il servizio degli ascensori (*elevators*), quasi sempre elettrici, non solo negli alberghi e magazzini, ma anche nelle officine, negli uffici, nelle stazioni e in edifizi di ogni specie, ha un tale sviluppo da costituire uno dei caratteri della vita intensa di questo paese. In Italia ed anche nelle più importanti città di Europa l'ascensore costituisce una cosa comoda ma eccezionale, mentre in America è diventata cosa assolutamente abituale e necessaria. È un mezzo di trasporto in senso verticale che si aggiunge a quelli per via orizzontale e lo integra; è una terza dimensione nella vita americana che si aggiunge alle due abituali alla vita europea. L'abitudine di servirsene è tale che spesso la gente aspetta l'ascensore

Fig. 11. — *Flatiron.*

Digitized by Google

per *scendere* dal primo piano; ma l'aspettativa è sempre assai breve; non c'è quasi mai bisogno di chiamata, il passaggio delle cabine rapidamente ascendenti e discendenti essendo quasi continuo e bastando un cenno per arrestarle a volontà. Raramente la cabina è capace di meno di 15 persone e talvolta si arriva a 30 o 40; e sono spesso batterie di 3, 4, 10 cabine perpetuamente in moto, con velocità giungenti a 2 metri al secondo. In molti luoghi segnali automatici di diversi sistemi indicano il piano dove al momento si trova ciascuna cabina. Vi sono stabilimenti che contano diecine di ascensori in moto; il citato magazzino di Chicago ne ha 50 da 40 HP. ciascuno, il Waldorf Astoria 34. Cosicchè le smisurate altezze di alcuni edifizi (fig. 12) scompaiono per i passeggeri e per le merci, il lavoro manuale dell'uomo anche in questo è grandemente ridotto e molte abitudini sono profondamente modificate: così vanno estendendosi i teatri e giardini e *cafés chantants* sui tetti spesso a quasi 100 metri sopra la strada e non di rado da una finestra di un quarto piano vedi spuntare la testa di un cavallo che vi ha stabilita la sua dimora.

Fig. 12. — *Skyskrapers.*

È difficile istituire una statistica del movimento verticale perchè i passaggi sono sempre gratuiti; ma il numero di passeggeri in una grande città non è certo inferiore a quello del movimento orizzontale, cioè giunge a parecchi milioni al giorno.

***

Incendi. — Malgrado l'enorme sviluppo degli *elevators*, le scale non sono soppresse, ma più che per uso normale servono come vie di sicurezza in caso di incendio ed a questo scopo, oltre a numerose scale interne, se ne veggono moltissime di ferro all'esterno dei caseggiati, per offrire scampo ai pericolanti.

Lo spavento degli americani per gli incendi è giustificato da terribili esempi, alcuni dei quali rimontano al tempo in cui il legname era più largamente usato nelle costruzioni. Di questo spavento si vedono traccie dovunque: nell'interno degli alberghi fanali rossi indicano la via di scampo che guida alle scale interne ed esterne,

Digitized by Google

segnali d'allarme sono distribuiti nelle case e nelle strade, bocche di acqua, tubi ed altri apparecchi di spegnimento si trovano per ogni dove. Nelle officine, nei ritrovi pubblici, nelle ferrovie, nei battelli ogni cosa è predisposta nella previsione dell'incendio.

In alcuni luoghi, come nelle officine di Edison a East Orange la tromba dell'ascensore è disposta in modo che automaticamente ad ogni piano si stabilisce una chiusura mediante un diaframma, appena passata la cabina; ciò per impedire che, in caso di incendio la tromba agisca come camino di tiraggio.

Fig. 13 — Manovra dei pompieri in Union Square (Pc) (Pi).

Frutto di questo timore è il servizio inappuntabile degli incendi. Nella interessante visita fatta ad una stazione di pompieri si è potuto constatare la mirabile prontezza del servizio: pochi secondi dopo il segnale di allarme il carro in pieno assetto si trova sulla strada. Gli stessi cavalli, pronti a pochi passi dietro il carro, appena udito il segnale, corrono per mettersi a posto sotto i finimenti, che cadono su di essi automaticamente; mentre gli uomini, dagli eleganti dormitori dei piani superiori, scivolano rapidamente, abbracciati a grossi pali di ferro, attraverso le aperture circolari praticate nei pavimenti, e balzano sul carro che esce al suono della campana d'allarme.

Fig. 14. — Pompieri sul Hudson (P).

Un'altra grande manovra di pompieri fu data in onore della comitiva italiana in Union Square, una delle piazze più centrali e più frequentate di New York (fig. 13). Dato da uno di noi il segnale d'allarme, dopo pochi secondi la campana annunzia l'arrivo dalla più vicina stazione delle prime pompe a vapore, e successivamente, sempre al suono della campana, molte altre, che incominciano a manovrare attivamente interrompendo per mezz'ora il transito ed innaffiando abbondantemente la folla, attratta dallo spettacolo d'un supposto vero incendio.

Digitized by Google

Poi le macchine rapidamente si allontanano e lo scampanio si disperde da tutte le parti; ma l'impressione di questo scampanio americano vi rimane nell'orecchio e ad ogni momento è ravvivata non solo da chi accorre ai veri e frequenti incendi, ma anche dai carri di ambulanza sempre in giro per la città e dalle locomotive che incessantemente si incrociano in vicinanza delle stazioni ferroviarie.

***

MILIZIA. — Ho accennato all'eleganza del quartiere dei pompieri; ma eleganza di gran lunga maggiore trovammo nel quartiere di un reggimento di volontari; reggimento più nominale che effettivo, avente sede in un sontuoso palazzo dove ciascuna compagnia ha la sua sala addobbata con sfarzo e ricercatezza come le sale dei migliori clubs; si aggiungono le sale di lettura, da giuoco, ecc., cose tutte che danno all'ambiente un carattere assai discordante col nome di *caserma* che gli vien dato. Non vi manca la compagnia dei milionari.

In un ambiente assai più militare ci portò, per cortese invito del Comitato di New York, la bella gita all'Accademia dei cadetti di West Point, l'unica accademia che forma gli ufficiali pel piccolo esercito regolare degli Stati Uniti, situata in splendida posizione sulle alture del Hudson a circa 60 km. da New York. Il Generale comandante e gli ufficiali della scuola ci fecero visitare i magnifici locali e giardini ed assistere ad una rivista e sfilata (fig. 2) dei cadetti, superbi della loro perfetta tenuta e della inappuntabile precisione e rigidità dei movimenti di manovra, da far scomparire i più esigenti militi tedeschi. Singolare contrasto tra le libere abitudini americane e le strettoie ultraeuropee della disciplina militare!

***

ASPETTO DELLE CITTÀ. — La gita a West Point è una delle più piacevoli dei dintorni di New York, ed è consigliabile a chi vuol togliersi dalla monotonia della città. Ed invero questa monotonia, estesa a tutte le città visitate, è impressionante. È ben noto come, salvo le parti antiche ridotte ormai a pochissimo rispetto alle moderne, la pianta di queste città è costituita da uno o più reticolati uniformi rettangolari, che lasciano dei *blocchi* isolati di poche case ciascuno. In qualche città, come a New York, la mania del rettifilo è spinta all'eccesso; senza tener conto di fiumi o di colli le

Digitized by Google

strade furono tracciate colla riga sulla pianta e costruite con inflessibile rigidità secondo questo piano, malgrado l'irregolare contorno dell'isola di Manhattan che esse solcano nei due sensi.

Il modo di costruzione ed il modo di numerazione delle strade dà però a questi sistemi una grande praticità. Esclusi i vecchi quartieri dove le vie portano nomi all'europea, le strade sono divise in doppia serie: quelle in un senso si chiamano *avenues* (viali) e portano una numerazione, quelle in senso perpendicolare si chiamano *streels* (vie) ed hanno una seconda numerazione progressiva; per modo che due numeri danno, sia sulla carta che sul vero, le coordinate di un punto qualunque della città; ed invero spesso gli indirizzi si compongono di questi due numeri oltre a quello della casa, giacchè, stante la lunghezza delle strade, sarebbe assai difficile orizzontarsi diversamente. In New York la *fifth avenue* divide tutte le *streets* in due parti, l'orientale e l'occidentale, ciò facilita l'orientamento; ma guai a chi non si ricorda se deve andare all'east 32ª str. o alla west 32ª street! In altre città, come a St. Louis, l'orientamento è facilitato dal modo di numerazione delle case. Sulle avenue ad ogni blocco di case è riserbato un centinaio e precisamente quello indicato dal numero della strada più vicina. Così all'angolo della 51ª strada si trova il numero 5100 poi il 5102 ...; non si giunge mai a completare il centinaio, si giunge per esempio col 5120 all'angolo della 52ª strada, per poi ricominciare col 5200, 5202 ... Cosicchè conoscendo il numero della casa, che è ben visibile, si conosce anche tra quali strade è compresa. Sistemi questi che mostrano lo spirito pratico del paese.

Qualche cosa di simile avviene anche negli alberghi, dove a ciascun piano è riserbato un centinaio per numerare le camere, in modo che chi conosce il numero della camera conosce anche il piano. Ma questo sistema *standard* così comodo si applica fino all'eccesso; ricordo un piccolissimo alberghetto di campagna presso Pittsburg, dove il numero delle camere appariva di oltre 400; vi erano infatti 4 piani, ma ciascun piano non aveva più di 5 o 6 camere!

All'aspetto monotono delle strade si aggiunge in qualche città il fumo invadente delle officine che certo non contribuisce alla gaiezza dello spettacolo. Chicago primeggia in questo rispetto, ma Pittsburg (fig. 15) e St. Louis la seguono da vicino. Invece New-York, Philadelphia, Washington ed in generale le città dell'est che consumano l'antracite di Pennsylvania hanno l'atmosfera limpida come le città nostre. Lo stesso accade per le ferrovie che su alcune linee sono orribilmente fastidiose pel fumo soffocante, dovuto alla qualità

Digitized by Google

Fig. 15. — East Pittsburg. Officine Carnegie (R).

del carbone usato nelle locomotive funzionanti a combustione eccessivamente viva.

I fabbricati altissimi (*skyskrapers*), di 15, 20, 30 piani, che nel centro delle città industriali vanno man mano sostituendosi alle antiche case dai due o tre piani, si trovano finora spesso isolati a guisa di torri e intramezzati dai residui delle antiche costruzioni talvolta ancora di legno. Ciò forse interrompe la monotonia, ma non produce una impressione estetica, sebbene alcuni di quegli edifizi sieno i più belli o i più eleganti palazzi del mondo, al dire dei ciceroni che accompagnano i forestieri nelle ampie automobili « seeing New-York » (fig. 16). Essi sono tutti sede di uffici, società industriali, assicurazioni, direzioni di giornali, grandi magazzini, alberghi, ecc., non mai abitazioni. Le abitazioni (*residences*) per la maggior parte eccentriche, sono assai più basse e più graziose; ma non meno, e forse più monotone. Sono piccole case generalmente destinate ad una sola famiglia, la facciata sulla strada è di pochi metri, 5 o 6, ed una scaletta esterna, su cui spesso vedi famigliarmente seduti i ragazzi e le donne, va dal pianterreno di ciascuna alla strada; due o tre camere per piano, tre o quattro piani per casa. Sono queste le abitazioni signorili, esclusi, s'intende, i palazzi all'europea dei miliardari. Solo nelle zone più lontane cominciano i villini separati che in qualche città, come a Philadelphia, hanno ricevuto uno sviluppo incredibile.

Fig. 16. — Park Avenue Hôtel (C).

*
* *

PARCHI. — Ma in tutte le città la monotonia delle strade è spesso interrotta qua e là dal verde delle piante che coprono le facciate delle ville e specialmente delle chiese, le quali, di mediocre disegno

Digitized by Google

gotico, ne ricevono un aspetto gaio e piacente. La ricerca del verde è un bisogno dell'americano. Obbligato alla vita delle città rumorose, esso cerca i giardini, i parchi e le campagne con maggiore desiderio di noi. Questo bisogno si rivela nei numerosi, vastissimi parchi che formano senza dubbio il miglior ornamento delle città americane e dei quali a ragione i cittadini vanno singolarmente superbi.

La grande amorosa cura con cui i prati smaglianti sono coltivati, l'unione dell'arte colle linee naturali del terreno, talvolta roccioso, talvolta coperto dagli avanzi di antiche foreste, la vastità delle zone occupate e le graziose ville che spesso si veggono disseminate in mezzo al verde dànno ai parchi americani un carattere proprio che contrasta col carattere monotono dei quartieri degli affari e delle industrie.

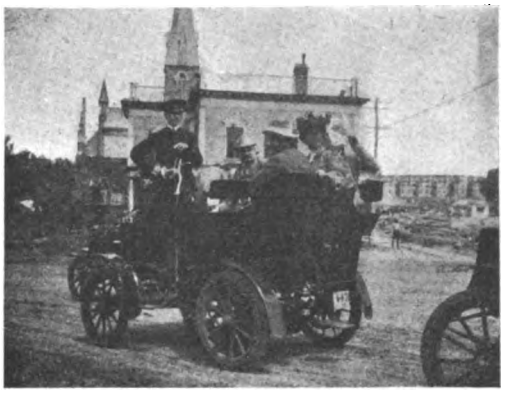


Fig. 17. — Automobile del signor Lieb (C).

Il Central Park di New York, sebbene occupi un'area di circa 340 ettari, va cedendo ormai il primato al nuovo Bronx Park, che, insieme agli altri del quartiere, ne occuperà più di 1700, dei quali oltre 100 si stanno trasformando in un grandioso giardino zoologico per opera della Società zoologica di New-York. Sono quartieri assai lontani dal così detto centro, fino a 20 chilometri e più. Ma l'abitudine delle abitazioni eccentriche e la estrema facilità e comodità, direi quasi amenità, dei rapidi trasporti cogli *elevated,* fa dimenticare le distanze, che per noi erano addirittura soppresse dall'ottimo servizio delle automobili messe a nostra disposizione dal sig. Lieb (fig. 17). Queste automobili elettriche della New-York Edison Co. ci condussero rapidamente a quei quartieri, attraversando la magnifica Riverside Drive — altro parco lungo il Hudson, dove s'incontra il monumento ai combattenti in difesa della patria e la tomba venerata e severa del generale Grant, monumenti che, a dir vero, sono insignificanti imitazioni dei classici — e, superando i ripidi viali di Washington Heights, splendidi per la vegetazione e per la veduta sui fiumi.

E al di là del Hudson nello Stato di New Jersey, lungo la strada che conduce alla officina e alla villa di Edison presso East Orange

Digitized by Google

(fig. 3) e di là ad Ampère, località così battezzata dalla Compagnia Croker Wheeler, un parco si stende attraverso un'antica foresta, dove è sparsa una vasta città di graziose ville separate le une dalle altre da prati e giardini senza confini nè cancelli (Llewellyn Park).

Ed a Boston, oltre il sobborgo di Cambridge, un parco vastissimo e meraviglioso dove si trovano disseminati i numerosi e vasti edifici della Harvard University, ed a Philadelphia, che possiede il primato per vastità di aree verdeggianti, ed a Chicago lungo il lago Michigan, e a Washington, a Pittsburg, a Springfield e dovunque la popolazione trova località deliziose per svagarsi, e, cessato il lavoro, si riversa libera e allegra a dar vita ai vasti prati ed a ritemprarvisi nei molteplici esercizi fisici.

***

DIVERTIMENTI. — L'americano, malgrado il lavoro intenso, trova il tempo e la lena per dedicarsi a questi giuochi; in realtà, le ore di lavoro sono assai più limitate che da noi; l'orario più generale si rileva in modo sicuro dai diagrammi di consumo delle officine che provvedono alla trazione elettrica; le ore di massimo consumo sono quelle in cui i lavoratori affluiscono al centro o ne partono. Queste ore sono le 9 del mattino e le 5 di sera. Il sabato il lavoro cessa nelle prime ore dopo il mezzogiorno e la domenica si riposa completamente.

Vi sono luoghi di divertimento dove la sera o la domenica durante l'estate affluisce una folla enorme. Uno di questi è Coney Island dove in due grandi recinti (Dreamland e Luna Park) sono concentrati spettacoli e divertimenti di ogni genere, quasi tutti assai ingenui e primitivi, che però formano la delizia del buon pubblico. Non vi mancano cose colossali come una torre illuminata da 42,000 lampade a incandescenza ed una sala da ballo con 10,000.

L'illuminazione sfarzosa è un'altra delle passioni dell'americano ed anche persone intelligenti e serie considerano l'effetto della torre del Dreamland e lo spettacolo notturno dell'esposizione di St-Louis con lo stesso sentimento estetico con cui si ammirano i maggiori capolavori dell'arte. E le luminarie sono la forma di *réclame* preferita.

A proposito di *réclame,* bisogna confessare che le città europee, comprese le italiane, ne sono assai più deturpate delle americane, nelle quali invece la *réclame* si fa con ben diversi e più clamorosi sistemi invadenti tutte le manifestazioni dell'attività del paese,

Digitized by Google

*
* *

ISTITUTI D'ISTRUZIONE E BIBLIOTECHE. — Non vi ha dubbio che per l'americano in genere il lato industriale e commerciale di ogni cosa ha importanza predominante, e che, sebbene non manchino artisti e scienziati eminenti, la generalità della popolazione non ha grande considerazione per l'arte e la scienza anche quando crede o vuol far credere di averla. Tuttavia essi si ribellano spesso contro questo apprezzamento e, dove possono, tentano nascondere il lato più prosaico della loro vita e di esaltare le loro scuole, università, biblioteche, musei ed istituti di utilità pubblica in generale, nei quali, come è noto, si sono, specialmente per parte dei ricchi privati, profusi innumerevoli milioni; il milione di dollari è l'unità di misura non solo del valore materiale, ma anche di quello artistico, scientifico e sociale.

Fig. 18. — Columbia University. Biblioteca (A).

A questi istituti fu pure dedicato parte del nostro tempo; le visite ad alcune scuole medie (high schools) di New York, alla Columbia University (fig. 18) di New York, alla Harvard University di Cambridge (Boston), al Massachussets institute of technology di Boston, allo Stevens institute of technology di N. Y., nonchè alla Mc Gill University di Montreal nel Canadà ci permisero di farci un'idea della organizzazione della pubblica istruzione, specialmente nel ramo dell'insegnamento tecnico. I mezzi di cui dispongono taluni laboratori, specie quelli di meccanica, possono talvolta sembrare persino eccessivi e sproporzionati allo scopo, quando, ad esempio, si veggono nelle collezioni delle vere e proprie locomotive capaci di funzionare su pulegge per la misura al freno. È dubbio se mezzi di questa specie producano frutti in proporzione; ad ogni modo certamente per noi c'è qui molto da ammirare, molto da invidiare. Assai notevole poi, negli insegnamenti, come in tutte le cose americane, è l'organizzazione, sebbene a noi possa sembrare un po' troppo *standardizzata*. Mirabili soprattutto sono i locali accuratamente studiati sotto tutti i punti

Digitized by Google

di vista e comprendenti tutto quanto è necessario non solo per gli insegnamenti e le esercitazioni di laboratorio, ma anche per l'esercizio fisico, come la ginnastica, i giuochi di ogni specie e persino il nuoto. Celebre è l'anfiteatro (*stadium*) della Harvard, la Bologna degli Stati Uniti, dove gli allievi di questa università della vecchia Inghilterra, alla presenza di 40,000 spettatori si contendono accanitamente il primato nel giuoco del *base* e *foot ball* con quelli della vicina Yale University di New Haven (Connecticut).

Anche i numerosi edifizi di queste grandi università sono disseminati nei parchi e circondati da giardini. La Harvard, fondata nel 1636, è costituita di ben 81 edifizi separati, escluse le abitazioni, compresi scuole, musei, biblioteche, laboratorii, *clubs,* ginnasi, ecc.

Il laboratorio di fisica a quattro piani copre un'area di 1100 m^2 e possiede per le ricerche una dotazione di 300,000 lire.

In tre edifizi sono collocate le scuole diverse di ingegneria (elettrotecnica, meccanica, miniere, architettura, foreste) comprendenti quattro anni di corso. Le spese annue di tutta l'università è di 8 milioni, di cui poco meno della metà sono ricavati dalle tasse pagate dai 6000 studenti; il capitale disponibile (escluso il terreno e gli stabili) giunge a 80 milioni, dovuti quasi tutti a lasciti privati.

In Boston, l'istruzione tecnica è affidata però principalmente al Massachusetts Institute of technology, che è il principale ora esistente negli Stati Uniti, paragonabile alle nostre scuole d'applicazione. Vi sono iscritti 1500 studenti con 227 insegnanti; il corso vi si fa in quattro anni, dopo rigorosi esami di ammissione, pel conseguimento di diplomi in ingegneria civile (ferrovie, ponti, idraulica, porti, ingegneria sanitaria, servizi municipali), in meccanica, miniere e metallurgia, architettura, chimica, elettrotecnica. Con queste specializzazioni è possibile dare all'insegnamento un efficace indirizzo pratico non disgiunto dal teorico. Il laboratorio di elettrotecnica copre 4000 metri quadrati compresa la galleria delle dinamo, lunga 90, e larga 12 metri, ed una serie di gabinetti destinati a ricerche speciali e provvisti di tutto il necessario per la preparazione delle tesi.

Amplissimi sono i mezzi per le esercitazioni sulle misure e collaudi; all'impianto fotometrico è dato speciale sviluppo.

Le macchine che servono alle esercitazioni sono quelle che dànno luce e forza motrice all'intero istituto; gli studenti hanno così a disposizione un impianto di quasi 700 cavalli in continuo esercizio.

Oltre alle lezioni degl'insegnanti dell'istituto, i più distinti ingegneri specialisti degli Stati Uniti sono chiamati a tenere corsi di

Digitized by Google

conferenze; è questo un costume diffuso negli istituti degli Stati Uniti, e i pratici si compiacciono molto di questi insegnamenti pei quali spesso si prestano gratuitamente. Gli studenti hanno inoltre formata una società che tiene mensilmente riunioni famigliari, nelle quali gli studenti stessi o i più eminenti ingegneri invitati da essi presentano, leggono e discutono memorie tecniche.

Quasi tutti gli studenti della sezione elettrotecnica sono iscritti nella categoria *soci studenti* dell'American Institute of Electrical Engineers ed intervengono numerosi alle sedute della sezione locale, alla quale portano anche il contributo del loro lavoro.

La società degli studenti organizza inoltre frequenti escursioni e visite a scopo tecnico, e molte officine private si prestano coi loro mezzi potenti agli studi speciali.

Come si vede, coi metodi accennati si mantiene costantemente il contatto tra la scuola e la vita pratica, quel contatto cui si vorrebbe aspirare anche nelle nostre scuole senza ben sapere quali mezzi proporre. Si vede così conciliato lo spirito teorico, che necessariamente tende a predominare nella cerchia chiusa della scuola, collo spirito pratico che vi è importato dagli estranei e che gli studenti vanno a cercare al di fuori.

Questo scopo si raggiunge, almeno parzialmente, anche con mezzi limitati, ma non può essere efficacemente raggiunto senza una grande specializzazione negli studi, possibile solo in un paese che apre così largo campo ad ogni ramo dell'ingegneria civile ed industriale.

Lo studente risente profondamente nella sua vita i benefizi ricevuti nella scuola e la sua riconoscenza si dimostra spesso in vari modi: i laureati di Harvard hanno regalato all'università un palazzo; a New York un edifizio grandioso contiene il *club* degli studenti laureati della Columbia University.

Boston si considera come il centro degli studi negli Stati Uniti; ma anche altrove l'organizzazione delle università ed altri istituti è degna di ammirazione ed ha generalmente le caratteristiche ora notate.

La Columbia University di New York e lo Stevens Institute of technology da noi visitati, oltre a talune scuole medie, completarono le nostre impressioni in proposito. Un'altra grandiosa università è la Mc Gill di Montreal nel Canadà, nella quale, per quanto si può giudicare dalla rapida visita fattane il 7 settembre, si manifesta qualche maggior tendenza allo sviluppo scientifico che non negli istituti analoghi degli Stati Uniti.

Accanto alle collezioni scientifiche ed ai laboratori hanno grande sviluppo negli istituti d'istruzione le biblioteche; ne esistono mol-

Digitized by Google

tissime di autonome e la generosità dei milionari, tra cui primeggia il signor Carnegie, ne fece sorgere un gran numero in tutto il territorio degli Stati Uniti.

La biblioteca della Columbia University (fig. 18), quella di Boston e la Congressional Library di Washington (fig. 19) ci permisero di renderci conto di questo importante servizio pubblico che ha anch'esso caratteristiche proprie.

Esse contengono spesso opere di gran pregio artistico e decorazioni sfarzose (come a Boston e a Washington); ma vi si cercherebbero invano le grandi sale o gallerie fiancheggiate da scaffali, come nelle nostre biblioteche. L'intero edifizio, salvo lo spazio destinato

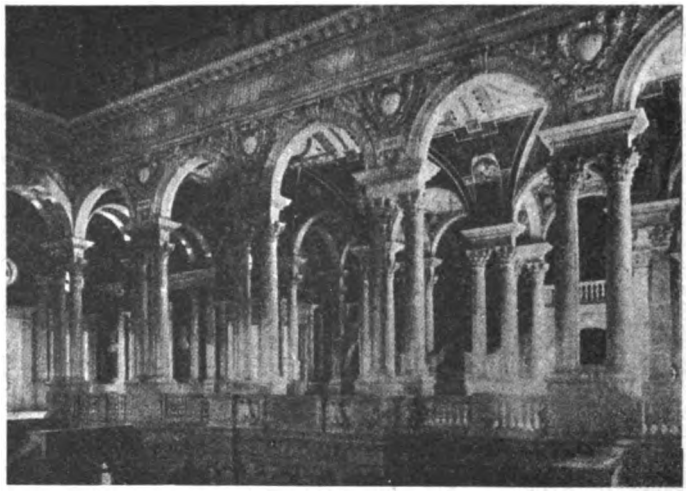


Fig. 19. — Atrio della Congressional Library Washington.

ad ampie sale di lettura ed a quelle di studio e amministrazione, è ridotto ad un immenso scaffale di acciaio; da cima a fondo, per l'altezza di parecchi piani, si elevano i palchetti dei libri in lunghe serie lascianti tra l'una e l'altra l'intervallo strettamente necessario pel passaggio di una persona, che cammina sopra pavimenti di acciaio anch'essi, posti l'uno sopra l'altro a poco più di 2 metri, in modo che il servizio è fatto senza il soccorso di scale mobili. Il trasporto dei libri e la trasmissione delle domande è sempre fatta meccanicamente mediante ascensori, tubi pneumatici e simili apparecchi. In questo modo tra la domanda e la consegna non passano che pochissimi minuti, qualunque sia la posizione occupata dal libro. Il catalogo per materie e per autore è a disposizione del

Digitized by Google

pubblico. Anche i libri stessi sono disposti per materie nei palchetti e lo studioso può ottenere temporaneamente l'uso di una piccola sala che si trova in comunicazione diretta con la sezione relativa alla materia che è oggetto delle sue ricerche; dal suo studio esso penetra liberamente tra gli scaffali e sceglie i libri a suo agio.

*
* *

In questa rapida rassegna delle cose vedute e delle impressioni ricevute non possono esser accennate che fuggevolmente le visite ai musei di New York, Boston e Washington, dove si vanno formando preziose collezioni che dimostrano l'aspirazione ardente del paese di mettersi al livello nostro anche nell'arte e nell'educazione artistica; agli stabilimenti industriali della General Electric Co. in Schenectady, della Westinghouse in Pittsburg, della Croker Wheeler in Ampere, della Western Electric Co. in New York, di Edison in East Orange; alle centrali idrauliche del Niagara, di Lachine sul San Lorenzo e di Schawinigan presso Montreal; a quelle a vapore di New York e di tutte le città visitate, di cui è fatta parola negli articoli che seguono. Ricorderò solo una interessante e caratteristica istituzione promossa recentemente dalle Società Edison: il Testing Laboratory di New York, che contiene tutti i mezzi per le tarature, collaudi e speciali ricerche. Specialmente notevole è la parte relativa alla fotometria, sulla quale il signor Lieb ci tenne una importante conferenza, che mette in rilievo l'utilità che le Società d'illuminazione in unione colle fabbriche di lampade possono trarre da uno studio continuato e sistematico perfettamente organizzato delle lampade a incandescenza.

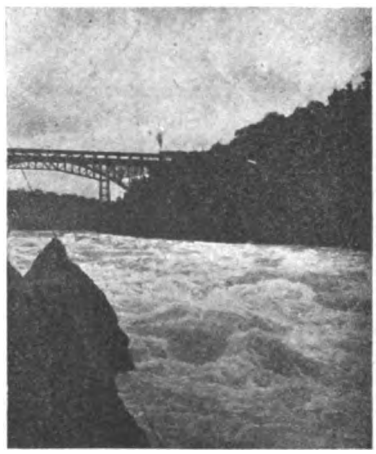


Fig. 20. — Rapide del Niagara (A).

Anche dei luoghi di villeggiatura e stazioni balneari, come Newport, Saratoga, Far Rockaway e in genere le vicinanze delle grandi città è degno di nota qualche carattere speciale già menzionato a proposito dei parchi. Si tratta di un'architettura speciale che si manifesta nelle forme più libere e svariate delle piccole abitazioni e ville, per lo più in legno, spesso di piacente aspetto, dove ogni

Digitized by Google

Fig. 21.

particolare dell'esterno è subordinato completamente alle comodità della parte interna, non senza conservare una certa armonia delle linee spezzate in cento guise, e dove tra gli elementi architettonici sono considerati di primaria importanza le piante, gli alberi, i fiori ed ogni accidentalità del terreno (fig. 21 e 22). A questa architettura si dà il nome di architettura del paesaggio (landscape arch.), e in alcune scuole di ingegneria si trovano corsi speciali di *landscape architecture*.

*
* *

CONGRESSO DI ST.-LOUIS. — Una parola intorno al Congresso di elettricità riunito a St.-Louis nei locali di un grande teatro chiamato, molto impropriamente, Colosseo, e riuscito importante per le numerose comunicazioni fattevi che sono ora raccolte in tre bellissimi volumi, ed interessante per noi e la nostra Associazione, in grazia al numero straordinario d'italiani iscritti e presenti ed alla parte importante avutavi dall'Italia nei lavori.

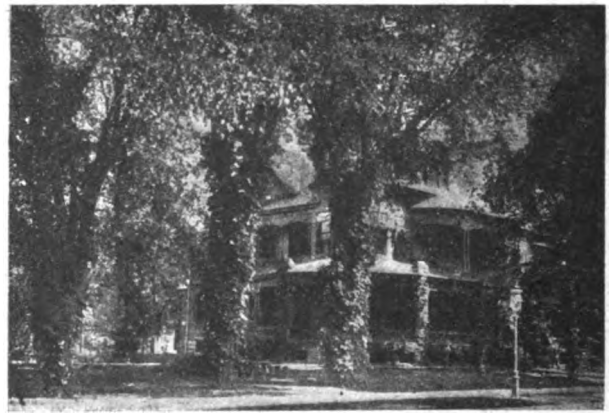


Fig. 22.

L'Associazione elettrotecnica era ufficialmente rappresentata dai soci: Ascoli, Grassi, Jona, Lombardi; il Governo italiano dai soci: Ascoli, Lombardi, Maffezzini, Solari. Il prof. Grassi, insieme ai soci Santarelli e Soleri, faceva anche parte della Giurìa all'esposizione. La Presidenza fu così costituita: presidente, prof. Elihu Thomson (Stati Uniti); vice presidenti onorari: Ascoli (Italia), Crompton (Gran Bret-

Digitized by Google

tagna), Glazebrook (id.), Gonzales (Spagna), Gray (Gran Brettagna), Lombardi (Italia), Perry (Gran Brettagna), Poincaré (Francia); vice presidenti: Arnold, Carhart, Goldsborough, Scott, Stratton (Stati Uniti); segretario generale: Kennelly; tesoriere: Weaver.

Nelle otto sezioni in cui fu diviso il lavoro, furono nominati presidenti onorari: il prof. Grassi (sezione *B*) e l'ing. Maffezzini (sezione *D*), e vice presidente l'ing. Jona (sezione *D*), l'ing. Faccioli era vice segretario della sezione *E*. Furono presentate comunicazioni dai soci Ascoli, Jona, Lombardi, Lori, Solari, Torchio, Bignami. Nella discussione che seguì la comunicazione dell'ing. Jona, il colonnello Crompton di Londra si rallegrò di aver udito la miglior memoria scritta mai sull'argomento, ed il signor Hammond, pure di Londra, dichiarò che, se null'altro vi fosse stato a St.-Louis, valeva la pena di fare il viaggio per udire quella memoria.

Nella Camera dei delegati, riunitasi nel Jefferson Hôtel, costituita coi rappresentanti ufficiali dei Governi, l'Italia era rappresentata dai quattro delegati sopra nominati, i quali presero parte attiva ai lavori. Alla Camera furono sottoposte due questioni: quella della revisione delle unità e delle relative legislazioni, e quella della standardizzazione dei metodi e del materiale elettrico (riconoscimento di metodi e di tipi normali).

La Camera per formulare le proposte relative nominò due Commissioni di 5 membri, a ciascuna delle quali apparteneva uno dei delegati italiani. Le deliberazioni della Camera dei delegati, in seguito alla proposta delle Commissioni, furono:

Riguardo alla questione delle unità:

« Dalle memorie presentate al Congresso risultano notevoli discrepanze tra le diverse leggi sulle unità, che meritano considerazione per poter giungere ad una desiderabile uniformità.

« Altre questioni, concernenti la nomenclatura e la determinazione delle unità e dei campioni, meritano una intesa internazionale.

« La Camera crede che queste ed altre questioni possano meglio essere trattate da una Commissione internazionale rappresentante i Governi interessati; questa potrebbe esser composta dalle nazioni che adottarono una legislazione sulle unità, invitando le altre ad aderire. È sperabile che la Commissione possa diventare permanente. I delegati sono incaricati di riferire ai propri Governi ».

Riguardo alla standardizzazione:

« Raccomandasi di far pratiche per assicurare la cooperazione delle Società tecniche, nominando una Commissione per studiare la questione della standardizzazione della nomenclatura e dei metodi

Digitized by Google

di collaudo delle macchine ed apparecchi elettrici. Parte del lavoro preliminare potrà essere fatto per corrispondenza per raccogliere il lavoro e fissare i punti controversi nei metodi usati presso le diverse nazioni. È raccomandabile che la Commissione diventi permanente ».

Il Governo italiano aderì alla prima proposta; la seconda fu portata davanti la nostra Associazione.

I cenni qui raccolti intorno al Congresso hanno lo scopo di mostrare quale parte importante ebbe la rappresentanza italiana in questa occasione, mercè l'iniziativa della nostra Associazione.

Nella seduta inaugurale del Congresso, sia per parte del presidente E. Thomson, sia dell'ottimo signor Gray, presidente dell'Institution di Londra, la comitiva italiana fu salutata con parole di cordiale benevolenza, che si trovano riprodotte nel primo volume delle *Transactions*.

*
* *

BANCHETTI, DISCORSI E RICEVIMENTI. — Non è possibile chiudere questa sommaria relazione senza dedicare una parola ai banchetti e ricevimenti che occuparono non piccola parte del nostro tempo in America. Se si contano i banchetti speciali offerti alla comitiva italiana di New York, quelli offerti a tutti i partecipanti al viaggio circolare, quelli offerti ai rappresentanti ufficiali dei Governi e delle associazioni, si supera la ventina. Invariabile sempre la cordialità e quasi invariabile il *menu*. La tendenza americana ai tipi *standard* non si rivela solo nella produzione industriale, ma anche nel modo di vestire e di mangiare. Le ostriche, l'acqua ghiacciata, gli *squabs*, il *punch alla romana*, l'ice-cream, gelato *standard*, non mancano mai. A metà pranzo, dopo il *punch alla romana*, si fuma, sieno o no presenti le signore. I discorsi, collegati *in serie* dall'abilità talvolta mirabile, del *toast master*, direttore dei brindisi, cominciano di solito dopo il pranzo e finiscono.... quando la serie, comprendente spesso 15 o 20 oratori volontari o forzati, è esaurita. Gli *speeches* degli americani non hanno carattere di brindisi; sono detti con vena abbondante e comprendono aneddoti di ogni specie, che non sempre hanno relazione stretta coll'occasione o colle persone presenti o coi paesi rappresentati.

Questi discorsi lascian completamente da parte la politica. Non una volta si sentì nominare il presidente della repubblica, nemmeno, se non erro, nel discorso pronunciato a Boston dal signor Bates, governatore del Massachusetts, o in quello del signor Yates, governatore dell'Illinois, davanti al monumento di Lincoln (fig. 23) nell'Oak

Digitized by Google

Cemtery di Springfield, o nel saluto che il sindaco di New York ci portò al banchetto dato, poco dopo il nostro arrivo, dalla colonia italiana (Camera di commercio e Società Dante Alighieri) al Savoy Hôtel, al quale pure era intervenuto il nostro ambasciatore comm. Mayor De Planchas. Discorsi tutti efficacissimi ed ispirati a sentimenti di alto patriottismo, oltre che pronunciati con parola incisiva, con gesto energico e con umorismo inesauribile. E nei discorsi famigliari le rare allusioni alla politica rivelano in genere la non grande considerazione in cui sono tenuti gli uomini che ne fanno professione. Quanto poi alle nazioni straniere e particolarmente all'Italia, in moltissime occasioni si sentì manifestare grande interesse, sebbene spesso unito a scarse cognizioni. Venuta, il 16 settembre, la notizia della nascita del nostro principe ereditario (eravamo a St-Louis) da ogni parte verbalmente e telegraficamente ci vennero infinite espressioni di congratulazione e di simpatia; e nel banchetto offerto la stessa sera dal Comitato di St-Louis nel sontuoso padiglione germanico, la notizia fu accolta con vero entusiasmo.

Fig. 23. — Alla tomba di Lincoln (Pc)

Allusioni religiose poi non si udirono mai in nessuna occasione.

Ho notato questo dopo aver letto, non senza sorpresa, in un articolo pubblicato nella *Nuova Antologia* dal principe Odescalchi, membro della comitiva parlamentare giunta poco dopo la nostra, che nei banchetti americani non si omette mai una cerimonia religiosa, non manca mai il brindisi al presidente Roosvelt e manca sempre ogni manifestazione per i capi delle altre nazioni. Precisamente il contrario di quanto è capitato a noi. Ciò prova quanto sia pericoloso generalizzare le proprie impressioni anche se fondate sull'esperienza di cento discorsi uditi; ciò prova che anche negli Stati Uniti nei diversi ambienti diverse sono le usanze e le aspirazioni. Ma tra il ceto industriale e quello politico non è certo il secondo che in America può servir di base ad un giudizio qualsiasi.

Anche i ricevimenti ufficiali hanno qualche cosa di singolare. Chi riceve aspetta in piedi gl'invitati, tra questi sceglie i più distinti, ai quali desidera dare un segno di speciale deferenza e li invita a porsi *in linea* con lui. Si forma così una linea di cinque, sei, dieci persone, uomini e signore, ferme in piedi. Ciascun invitato si presenta al capo linea, il quale, scambiato un saluto, lo presenta al proprio vicino, questi ripete la stessa cerimonia col proprio e così di

Digitized by Google

seguito fino all'ultimo della linea. Ciò si ripete per tutti gl'invitati, anche se sono due o trecento. È una cerimonia alquanto faticosa per i privilegiati che formano parte della linea. Ma viene poi il rinfresco, sempre splendido, dove non manca mai il gelato *standard,* l'insalata alla mayonnese, oppure i sandwiches d'insalata o citrioli.

Nel ricevimento che i soci dell'Associazione nostra offrirono ai congressisti nel bellissimo padiglione italiano, si è tentato di adottare il sistema del paese; ma non fu possibile di mantenere la linea con disciplina americana.

*
* *

Ma in tutte queste simpatiche riunioni oltre alla soddisfazione di trovarsi a contatto con personalità insigni nella scienza e nell'industria, come i Thomson, Steinmetz, Edison, Westinghouse Sprague e tanti altri, si ebbe ampia occasione di apprezzare il carattere franco e gioviale di quei forti lavoratori, carattere che in tutti ha dei punti di somiglianza notevoli, malgrado la diversità di origine di molti, quasi che anche in ciò vi fosse una prepotente tendenza alla formazione del tipo *standard* americano o americanizzato.

Malgrado la rapidità con la quale si dovettero fare alcune visite ed alcune escursioni, credo che il nostro viaggio abbia permesso ai colleghi di formarsi un'idea abbastanza completa ed esatta della vita e dell'attività americana. Anche i meno adattabili ai nuovi costumi ed ai piccoli disagi inerenti a un viaggio in comitiva, debbono ammirare, con grato animo, l'organizzazione che ci fu preparata.

Di questa, che si può ben dire vicina alla perfezione, oltre che al comm. Lieb, presidente del Comitato generale dei ricevimenti nominato dall'Am. Inst. of El. Eng., al signor Arnold, allora presidente di questo, al signor Pope, segretario, al presidente del Comitato dei trasporti, signor Mullin, di cui dobbiamo deplorare la morte immatura, ed al Comitato italiano ricordato in principio, noi siamo debitori ai Comitati locali formati nelle diverse città visitate, di cui è doveroso ricordare a titolo di gratitudine almeno i presidenti: a New York, T. C. Martin, editore dell'*Electrical World;* a Boston, C. L. Edgar; a Schenectady, E. W. Rice Jr.; a Montreal, R. B. Owens; a Niagara Falls, G. W. Davenport; a Chicago S. Insull; a St-Louis, W. V. N. Powelson; a Pittsburg, Ch. F. Scott; a Washington, G. H. Harris; a Philadelphia, J. B. Mc Call.

In segno della nostra riconoscenza fu inviato all'Am. Inst. of El. Eng., a nome dell'A. E. I., un'artistica targa d'argento, la cui riproduzione

Digitized by Google

fu distribuita nel fascicolo precedente degli Atti, ed al signor Lieb una medaglia d'oro a nome dei soci che presero parte al viaggio. Anche il Governo italiano volle riconoscere l'importanza dell'avvenimento, inviando la commenda della corona d'Italia al signor Lieb, della cui opera indefessa il ricordo rimarrà inseparabile da quello del memorabile viaggio.

*
* *

Gli articoli che seguono, compilati da colleghi che parteciparono al viaggio, furono in parte oggetto di interessanti conferenze nelle diverse sezioni dell'A. E. I. Alla loro compilazione furono di

Fig. 24. — La comitiva dell'A. E. I. ad Ampere (officine Croker Wheeler) (Pi).

grande sussidio gli undici magnifici volumi preparati per l'occasione dai dieci Comitati locali e dall'Associazione tra le Compagnie Edison, e distribuiti a tutti i componenti la comitiva. Gli articoli pubblicati dagli ingegneri Soleri e Segre *sulla trazione monofase*, a pagine 49 e 76 di questo volume possono considerarsi come formanti parte della relazione.

Digitized by Google

N. 32.

II.

PROF. L. LOMBARDI

LO STATO GENERALE DELLE INDUSTRIE ELETTRICHE

NEGLI STATI UNITI D'AMERICA

I principali elementi relativi allo sviluppo delle industrie elettriche negli Stati Uniti sono raccolti con grande diligenza e minutamente analizzati nei bollettini statistici che periodicamente pubblica l'ufficio di censimento di Washington alla dipendenza del Dipartimento di Commercio e Lavoro.

Nelle pagine seguenti furono riassunti i dati che sembrarono avere un interesse generale nelle pubblicazioni degli ultimi censimenti per ciò che riguarda le officine elettriche di costruzione (*Bollettino* del 25 agosto 1902) e le stazioni centrali di produzione della energia elettrica (*Bollettino* 30 novembre 1903) con l'aggiunta di alcuni altri ricavati dai bollettini dei servizi speciali e da altre pubblicazioni di data più recente.

A) Officine elettriche di costruzione.

1. La produzione accertata delle officine elettriche di costruzione nell'anno 1900-901, pel quale si effettuò il primo censimento regolare, fu in complesso di $ 105,000,000; quella dell'anno 1903 è stata stimata in corrispondenza di $ 158,650,000 e si ripartisce fra le diverse categorie di apparecchi come mostra la tabella seguente:

Macchine dinamoelettriche	$	17,000,000
Trasformatori	»	5,000,000
Quadri di distribuzione	»	2,750,000
Motori elettrici	»	30,000,000
Batterie di accumulatori	»	4,500,000
Batterie primarie	»	1,250,000
Carboni	»	2,000,000
Da riportarsi. . .	$	62,500,000

Digitized by Google

Riporto . . .	$	62,500,000
Lampade ad arco	»	2,250,000
Lampade incandescenti	»	5,500,000
Sopporti per lampade	»	3,750,000
Apparecchi telefonici	»	25,000,000
Apparecchi telegrafici	»	2,000,000
Fili isolati e cavi	»	30,250,000
Condutture interne e sotterranee . . .	»	1,750,000
Reostati e apparecchi di riscaldamento .	»	2,500,000
Apparecchi di segnalazione (avvisatori) .	»	250,000
Suonerie elettriche	»	150,000
Parafulmini, valvole, ecc.	»	750,000
Apparecchi di misura	»	3,000,000
Apparecchi diversi.	»	19,000,000
Totale . . .	$	158,650,000

Per una popolazione di circa 75 milioni questo corrisponde ad una spesa annua in apparecchi elettrici di circa 2 $ per persona. Le statistiche ufficiali assegnano analogamente come spesa annua media di ogni individuo $ 3 per uso di tram elettrici, $ 2 per illuminazione elettrica, $ 1 per comunicazioni telefoniche e 0.50 per comunicazioni telegrafiche. Tenendo conto di vari altri servizi elettrici dei quali non è facile fare un computo esatto, ascensori automobili, medicina, ecc., viene stimata la spesa annua media di ogni individuo agli Stati Uniti, per apparecchi e servizi elettrici, a non meno di $ 9; cifra superiore di gran lunga a quella di tutte le altre nazioni non solo, ma certamente superiore, e non di poco, come vantano gli americani, alla spesa individuale per il *pane quotidiano,* del quale, in verità, i buoni *yankees* non fanno un consumo esagerato.

2. L'esportazione di apparecchi elettrici nel censimento del 1900 figura solamente per $ 5,000,000. La cifra meschina darebbe però un'idea completamente illusoria sull'importanza dell'industria americana nel mercato mondiale, qualora non si tenesse conto adeguato della enorme produzione di materiale di tipo esclusivamente americano che si fa nelle officine disseminate nel Canadà e nei principali Stati d'Europa dalle principali società costruttrici degli Stati Uniti. L'importazione raggiunge a sua volta una cifra estremamente modesta in causa delle limitazioni imposte dalle gravi spese di trasporto e dai fortissimi dazi di protezione, che lasciano adito commercialmente appena ad alcuni prodotti speciali dell'industria straniera.

Digitized by Google

Nelle cifre riportate non è tenuto conto dell'enorme quantità di rame affinato con processi elettrolitici; questo rappresenta poco meno della totalità del rame lavorato, che nel 1900 già saliva a 275,000 tonnellate. Parimenti non sono considerati i prodotti delle altre industrie elettrochimiche, le quali nella sola regione del Niagara consumano un'energia di 35,000 HP per la riduzione di metalli, come l'alluminio, e la preparazione di altre sostanze, come il carburo di calcio, il carborundum, la soda caustica, i bromuri di soda e di potassa, il clorato di potassio, il litargirio, la grafite, ecc.

3. Delle statistiche degli ultimi censimenti parziali degli Stati Uniti è interessante mettere in confronto alcune cifre relative al 1890 ed al 1900 per dimostrare l'evoluzione subita nell'ultimo decennio dalle industrie elettriche.

Le macchine dinamoelettriche prodotte nel 1900 furono 10,527 per una potenza complessiva di 770,832 HP ed un valore di $ 10,472,576; questo corrisponde ad una potenza media di 75 HP per macchina, e ad un medio valore di circa 14 $ per cavallo.

Più specificamente le macchine dinamoelettriche a corrente alternata prodotte nel 1900 furono 1345 per un complesso di 342,231 HP, valutate a $ 4,174,641; mentre quelle a corrente continua sommano a 9182, per una potenza complessiva di 428,601 HP ed un valore di $ 6,297,925. La potenza media delle prime è così dell'ordine di 254 HP, delle seconde, 47; il costo medio delle prime si ragguaglia a poco più di 12 $ per cavallo, quello delle seconde in causa della potenza più limitata a poco meno di 15 $. Le statistiche dello Stato di New-York, le sole completate pel censimento precedente nel 1890, denunciavano un numero complessivo di macchine installate negli impianti privati d'illuminazione pari a 1080, e nelle stazioni centrali 1264, aventi una media potenza di 20 cavalli le prime, di 40 le seconde. A quell'epoca le lampade ad incandescenza non avevano peranco un decennio di vita, e la massima parte della illuminazione pubblica era ancora effettuata mediante lampade ad arco, inserite in serie nei circuiti di macchine generatrici a corrente continua d'intensità costante, di tipo sovente diverso e di potenza molto limitata; le macchine a corrente alternata erano nello Stato di New-York meno di 200.

Poco a poco le proporzioni si sono radicalmente cambiate. Molti piccoli impianti isolati di illuminazione esistono ancora, e sono esclusivamente serviti con macchine a corrente continua di potenza assai limitata. Peraltro la parte più grande dell'energia elettrica per gli impianti d'illuminazione e forza motrice viene ora generata con

Digitized by Google

unità di grandissima potenza, delle quali i tipi si sono venuti gradualmente perfezionando e sensibilmente unificando in modo da elevarne singolarmente il rendimento ed abbassarne considerevolmente il prezzo. Questo per i moderni alternatori da 8000 e 10,000 cavalli non oltrepassa sensibilmente 7 $ per cavallo.

4. Nelle sottostazioni americane hanno largo impiego per la trasformazione dell'energia i gruppi motori generatori ed i convertitori rotanti.

Il numero di tali macchine fabbricate nel 1900 fu di 649; la potenza complessiva 14,397 HP ed il valore di costo $ 379,747 corrispondente ad una media di 22 HP per unità e ad un costo di 25 $ per cavallo. In questi ultimi anni l'impiego dei convertitori rotanti si è ancora maggiormente diffuso, e per la compagnia Edison di New-York ne furono costrutti parecchi della potenza normale di 2000 kw., garantiti per un sovraccarico prolungato di 2500 kw. con un coefficiente di rendimento di circa 96 %.

I primi trasformatori furono costruiti in America da Stanley nel 1885 in seguito alle esperienze eseguite da Gaulard all'esposizione di Torino del 1884; le patenti furono acquistate da Westinghouse nel 1886. Nel 1900 nello Stato di New-York esistevano 7282 apparecchi di una media capacità di forse 3 cavalli. Ora nel solo anno 1900 furono costruiti negli Stati Uniti 36,513 trasformatori della potenza complessiva di 407,451 HP pari a circa 11 HP di potenza media individuale; il valore complessivo fu di $ 2,962,871 pari a circa 7 $ per cavallo. Da alcuni anni però si costruiscono già apparecchi aventi la potenza eccezionale di 3000 HP; i trasformatori Westinghouse di questa potenza connessi con l'impianto del Niagara rivelarono alle prove un rendimento di 98.7 %.

5. I motori elettrici si sono negli ultimi anni enormemente diffusi in America, facendosi quasi esclusivamente col loro intermedio la distribuzione dell'energia nei nuovi opifizi industriali. Nel 1890 a New-York Città esistevano solamente 360 motori della capacità complessiva di 3100 HP, e nella rimanente parte di quello Stato se ne contavano altri 99 della potenza totale di 862 HP presso impianti privati; nelle stazioni centrali se ne trovavano rispettivamente 1185 e 1178 per una potenza complessiva di 1678 e 1276 HP. Nel 1904 la Compagnia Edison di New-York denunciava per quella sola città un complesso di motori attaccati alle sue reti della potenza di 85,000 HP. E non è da credere che non esista inoltre una enorme quantità di macchine motrici di altra natura. Negli Stati Uniti la quantità totale di energia impiegata nell'industria manifatturiera si faceva nel 1900

Digitized by Google

corrispondere a 11,300,000 HP mentre i motori elettrici installati sommavano appena alla potenza di 500,000 HP, ossia a poco più del 4 %. Ora questa cifra ha naturalmente avuto un grandissimo incremento. Negl'impianti elettrici urbani di trazione nel 1890 erano appena impiegati 3000 carri, e 30,000 negli altri sistemi; nel 1900 i carri elettrici erano oltre 50,000 essendosi quelli a cavalli ridotti a meno di 2000 e quelli comandati da cavi meccanici a circa 4000. Le macchine elettriche installate nel decennio 1890-900 per alimentare servizi elettrici di trazione sommarono ad una potenza di 1,000,000 HP, ed i motori destinati ad utilizzarla forse a 2,000,000.

6. Le batterie di accumulatori vengono quasi esclusivamente fabbricate da una Compagnia di Filadelfia che ha acquistato tutte le patenti. Sebbene appartengano ai tipi comuni con piastre di piombo, essi vengono ancora segnati con la marca « Cloride » come i vecchi accumulatori di alcuni anni fa. Essi sono impiegati in larga scala nelle sottostazioni di distribuzione per equilibrare il carico degli impianti di illuminazione e di trazione; una quantità non trascurabile viene anche usata per gli automobili elettrici ed ha la marca « Exide ». La statistica dell'industria degli automobili nell'anno dell'ultimo censimento contava 1575 veicoli e 3017 motori elettrici della capacità complessiva di 8220 cavalli. Di questi, comunque costrutti su tipo adatto a quella speciale forma di trazione, una parte notevole apparisce dunque utilizzata in altre applicazioni. L'impiego degli accumulatori Edison nella trazione automobilistica non ha ancora avuto, nemmeno in America, una grande diffusione, probabilmente a causa del loro prezzo elevato, e della grande ritrosia che ha l'inventore americano a lanciare sul mercato un apparecchio che egli giudica ancora suscettibile di perfezionamento.

7. I sistemi d'illuminazione hanno subíto, come si accennò già, una notevole trasformazione. Agli antichi circuiti isolati, alimentanti ognuno alcune decine di lampade ad arco, di tipo aperto, con corrente continua d'intensità costante, si sono venute in massima sostituendo per la pubblica illuminazione vaste reti a potenziale costante, continuo od alternato, nelle quali le lampade ad arco di tipo chiuso possono essere inserite in parallelo, e funzionano indipendentemente una dall'altra assorbendo fra i carboni la massima parte della differenza disponibile di potenziale. Di 158,187 lampade ad arco fabbricate nel 1900 solamente 23,656 furono di differenti tipi aperti; tutte le altre chiuse. Il vantaggio della sostituzione, la quale in verità non si può effettuare senza una diminuzione considerevole del rendimento luminoso, è particolarmente apprezzato negli Stati Uniti, dove, per

Digitized by Google

il costo elevato della mano d'opera, si richiede una spesa ingente nel ricambio dei carboni. Nelle lampade chiuse, essendo impedita la libera combustione dei carboni, questi hanno una durata di gran lunga superiore a quella delle lampade aperte, e possono raggiungere anche 150 ore. Il risparmio realizzato in questo modo si fa salire a 12-15 $ per lampada all'anno, e compensa in massima la maggiore spesa di energia.

La preferenza data in molti impianti d'illuminazione ad arco alle correnti alternate non è giustificata che dalla maggiore economia della distribuzione, alla quale si accompagna una grande semplicità dei sistemi di regolazione per intensità costante. Questi difatti si fondano quasi tutti sull'uso di semplicissimi apparecchi elettromagnetici a induzione, nei quali una spirale mobile equilibrata da un contrappeso prende di fronte ad un nucleo di ferro una posizione variabile che si modifica ad ogni piccola variazione della corrente, e che basta a variare sostanzialmente l'impendenza del sistema. Apparecchi di questa natura di tipo poco differente vengono correntemente fabbricati da parecchie case costruttrici.

Nell'illuminazione di luoghi chiusi, pubblici o privati, vengono quasi esclusivamente impiegate le lampade a incandescenza, con una profusione delle quali gli americani sanno ottenere effetti meravigliosi. Di esse la enorme maggioranza ha l'intensità luminosa di 16 candele ed un numero relativamente esiguo (4 milioni sopra 25 prodotti nel 1900) comprende i tipi di potenza diversa; di questi i più comuni sono di 4, 6, 8, 10, 20, 32, 50, 100 e 150 candele; quelli più piccoli si adoperano quasi esclusivamente nei motivi di decorazione.

La Compagnia Westinghouse ha anche diffuso notevolmente le lampade Nernst, delle quali 5000 circa erano impiegate nella illuminazione degli edifizi di belle arti e di altri padiglioni dell'esposizione, e 64,000 si trovavano installate negli Stati Uniti. Le lampade ad arco nei vapori di mercurio si fabbricano già commercialmente da due Compagnie, ma solo per corrente continua; esse s'impiegano soprattutto per l'illuminazione di locali chiusi e per lavori fotografici. Quelle a gas rarefatti del tipo Moore non compaiono che in scarsi esemplari ed a titolo di curiosità. Lampade ad arco con elettrodi diversi dal carbone sono allo stato di esperimento, e promettono di fornire insieme ad una grande durata un rendimento elevato.

8. L'industria degli apparecchi telefonici ha in America uno sviluppo enorme, attesa l'enorme importanza ivi presa dai servizi di comunicazione. Questi per molto tempo, ed in seguito a liti tremende,

Digitized by Google

rimasero quasi esclusivamente monopolio della Compagnia Bell, la quale ancora adesso possiede $^3/_4$ circa degl'impianti. Per dare una idea della sua potenza basterà ricordare che essa nel 1900 annoverava già 1500 stazioni, ed un milione di abbonati, ed aveva 33,000 impiegati ed un capitale investito di 300 milioni di dollari; ma già a quell'epoca le Compagnie indipendenti, sorte allo spirare delle patenti di Bell, possedevano 2750 stazioni e 700,000 abbonati, con un capitale di 150 milioni di dollari. Il numero dei telefoni installati agli Stati Uniti si faceva nel 1902 ascendere a 2,300,000 pari a 3 % della popolazione; cifra che non è raggiunta da alcuna nazione in Europa, poichè solamente la Svezia ha il 2 %, e la Svizzera, l'Austria, la Norvegia e la Danimarca 1 $^1/_2$ %, restando la Francia, la Germania, l'Inghilterra e l'Italia poco al di sopra o al di sotto di 1 %. Secondo il censimento del 1902 nei servizi telefonici degli Stati Uniti erano impiegate 70,000 persone ed investito un capitale di 450 milioni di dollari; il numero delle comunicazioni date nell'anno era di 5 miliardi; gl'introiti lordi 87 milioni di dollari. Uno sviluppo non molto dissimile hanno conseguito gli stessi servizi in molte parti del Canadà.

La fabbricazione degli apparecchi Bell è completamente nelle mani della Western Electric Co. la quale possiede tre officine grandiose a Chicago ed una a New-York ed aveva, prima del 1904, costruito 4 milioni di telefoni. Una piccola parte della sua attività si esplica anche nella confezione di altri apparecchi di precisione, di lampade ad arco e di macchine dinamoelettriche. La specializzazione del lavoro, portata nelle officine di fabbricazione del materiale telefonico all'estremo grado, ha permesso di conseguire una perfezione straordinaria, ed offre uno degli esempi più caratteristici delle grandiose organizzazioni industriali moderne.

Fra le compagnie che forniscono il materiale alle telefoniche indipendenti ha avuto un incremento notevole la Automatic Electric Co., che ha pure le sue officine a Chicago, e possiede un capitale di 3 milioni di dollari. Essa costruisce tutto il materiale per il suo sistema brevettato di telefoni automatici, che ha già preso in un decennio una diffusione rilevante, e che veniva all'esposizione di Saint-Louis rappresentato da un impianto campione capace di 10,000 abbonati, sebbene esso connettesse in realtà un numero di apparecchi molto minore. A Chicago è in opera un impianto che connette 10,000 abbonati, ed ha una capacità prevista di 100,000; a Los Angelos un impianto analogo serve ora 4000 abbonati; 6000 a Dayton e Grand Rapids; 8000 a Columbus, e numeri minori in altre città.

Digitized by Google

Recentemente un'altra Compagnia si è costituita a Piqua, Ohio, col nome di American Machine Telephone Co. ed una a Toronto, la Canadian Machine Telephone Co. per la fabbricazione degli apparecchi e la diffusione dei sistemi telefonici automatici, ideati dai fratelli Lorimer, i quali, a loro volta, hanno consacrato al perfezionamento della loro invenzione dieci anni di studio e prove.

9. Le cifre riportate dalla statistica ufficiale pegli apparecchi telegrafici non danno della produzione di questa industria che un'idea illusoria, perchè pochissime compagnie, e di esse due sole veramente grandi, sono interessate negli Stati Uniti ai servizi telegrafici pubblici, e provvedono in massima parte mediante officine proprie senza controllo commerciale alla fabbricazione del loro materiale; in parte provvedono analogamente alla costruzione dei loro apparecchi alcune società ferroviarie ed altre private aventi proprie officine.

Una grandissima parte del servizio di trasmissione in America è ancora fatta cogli antichi sistemi di tasto, ed il ricevimento coi *sounder* e coi sistemi conosciuti di registrazione. I sistemi multipli elaborati da Edison e quello sincrono di Delany, che permette la trasmissione contemporanea di 12 messaggi sullo stesso filo, sono stati esperimentati ed introdotti in singole linee. L'unico sistema di telegrafia meccanica diffuso con una certa larghezza è quello di Wheatstone; sui circuiti della Western Union fu adottato il sistema Buckingham, il quale fra New-York e Chicago permette la regolare trasmissione di 100 telegrammi all'ora su ogni filo ed in ogni direzione, ed il ricevimento loro in caratteri regolari a stampa, su striscie pronte per l'immediata consegna.

Diffusissimi i sistemi telegrafici per il servizio di polizia e la segnalazione degli incendi mediante cassette distribuite nei diversi quartieri, e funzionanti automaticamente dal momento che il primo segnale elettrico viene comunicato dai passanti, oppure a funzionamento automatico nell'interno degli edifizi; comuni i sistemi di segnalazione privata fra le case commerciali e le agenzie di borsa, o fra case private ed uffici centrali di messaggeri. Non molto frequenti, per la complicazione loro, i sistemi di trasmissione grafica, sebbene fin dall'epoca della esposizione di Chicago il telautografo di E. Gray avesse raggiunto una singolare perfezione.

10. Nel campo della telegrafia senza fili il sistema più in voga è quello del signor De Forest, il quale impiega ancora esso per produrre le onde elettromagnetiche un sistema di conduttori verticali con perfetta analogia al sistema di Marconi. Il condensatore viene caricato mediante una corrente alternata che è fornita da un alter-

Digitized by Google

natore a tensione di 500 volt e frequenza di 60 periodi, e mediante un trasformatore elevato al potenziale di 25,000 o di 50,000 volt. Come ricevitore si adopera un telefono inserito in un circuito locale insieme ad una resistenza elettrolitica ed una sorgente adatta di f. e. m. Le onde elettromagnetiche provocano nell'antenna ricevitrice debolissime correnti ondulatorie, le quali hanno per effetto di modificare la resistenza dell'elettrolito, e di occasionare così variazioni della corrente locale che il telefono accusa distintamente. Di fronte ai sistemi ordinari di coherer il conduttore elettrolitico, che in verità costituisce l'unica specialità del sistema De Forest, ha il vantaggio di riprendere istantaneamente la sua resistenza al cessare delle onde, dispensando così dall'uso di un decoherizzatore qualsiasi. Se il ricevitore De Forest non soltanto abbia le attitudini per surrogare come ha già fatto con vantaggio i coherer antichi, ma anche la squisita sensibilità dei rivelatori magnetici impiegati dal Marconi nelle trasmissioni a grandissima distanza, deve attendersi dall'esperienza. Per ora il sistema De Forest è già commercialmente impiegato in alcune linee americane di notevole lunghezza, la maggiore delle quali fu inaugurata, durante l'esposizione, fra Saint-Louis e Chicago.

11. L'industria dei fili e dei conduttori isolati ha avuto un grande incremento con lo svilupparsi dei sistemi d'illuminazione e di segnalazione, la massima parte dei quali utilizza attualmente nelle città americane le condutture sotterranee. Nei primi sistemi Edison d'illuminazione la corrente era distribuita attraverso a grossi conduttori di rame, annegati entro una conduttura tubolare che si riempiva con una sostanza isolante. L'enorme difficoltà di rimuovere le condutture nel caso di guasti accidentali condusse in seguito ad abbandonare completamente quella forma, ed a sostituire i cavi tirati attraverso a canalizzazioni che si eseguiscono prima nel sottosuolo, in forma non molto dissimile da quelle che vengono impiegate anche da noi.

La differenza essenziale nei cavi è nel materiale dielettrico, costituito quasi esclusivamente da carta imbevuta di sostanze isolanti. Le canalizzazioni vengono in molte città impiantate e mantenute da società indipendenti, le quali hanno disposto nel sottosuolo di tutte le strade principali, a conveniente profondità, fasci di tubi di materiale laterizio, ovvero di cemento o di ferro, con camere d'interruzione a tutti i crocicchi, oppure hanno edificato una vera e propria rete di tunnels come a Chicago ed a Detroit, attraverso ai quali danno passaggio non solamente alle condutture elettriche e dell'acqua e del gas, ma anche ad una gran parte del traffico locale di merci.

Digitized by Google

I cavi con isolamento di guttaperca, soprattutto necessari per le grandi linee telegrafiche sottomarine, vengono ancora in massima parte importati dalla Germania, dall'Inghilterra e dalla Francia.

12. Il riscaldamento elettrico ha preso voga negli Stati Uniti assai più che da noi, per le condizioni speciali del clima e la domanda frequente di piccole quantità di calore in luoghi dove altre sorgenti si potrebbero difficilmente allogare, non meno che per il costo relativamente moderato dell'energia elettrica.

Il riscaldamento delle vetture tramviarie è fatto così in larghissima scala: il costo medio è valutato a poco più di 10 centesimi per carro e per ora.

Gli apparecchi di cucina elettrica sono già notevolmente diffusi nelle case private, e forme speciali di apparecchi di riscaldamento sono impiegate in parecchie industrie speciali, senza parlare di quelle elettrotermiche propriamente dette, come la preparazione di composti chimici e l'estrazione dei metalli, o la loro lavorazione a saldatura elettrica.

13. Sorvolo sulle cifre di dettaglio relative ad alcune industrie speciali di costruzione, come quelle dei carboni preparati elettricamente, dei quadri e apparecchi di distribuzione e di misura, dei parafulmini e delle valvole di sicurezza, perchè i prodotti loro, o non differiscono sostanzialmente da quelli europei, oppure, per ciò che hanno di migliore e più caratteristico, sono tra noi bene conosciuti, ed anche sparsi nell'uso comune. Rileverò solo come nell'industria dei materiali di distribuzione elettrica si siano, dopo l'introduzione degli alti potenziali e delle grandissime unità generatrici, realizzate trasformazioni e perfezionamenti singolari, sviluppando soprattutto gli interruttori ad olio comandati da singoli motorini elettrici, e sostituendo agli antichi quadri verticali di dimensioni imponenti, dove tutti gli apparecchi erano a comando diretto, le piccole tavole orizzontali senza paragone più semplici, dalle quali un sistema di tasti permette di comandare i grandi interruttori a distanza e di manovrare elettromagneticamente le leve dei reostati mentre tutti gli strumenti di misura raccolti in gruppi estremamente compatti facilitano l'ispezione ed il controllo di tutto l'impianto.

B) Officine elettriche di produzione dell'energia.

14. L'evoluzione delle industrie costruttive si è naturalmente fatta in accordo di quella che andavano subendo le industrie di produzione dell'energia.

Digitized by Google

Di queste il *Bollettino* citato (n. 5, 30 novembre 1903) non contiene che una statistica preliminare per l'anno che terminò al 30 giugno 1902.

A quell'epoca esistevano negli Stati Uniti 3620 stazioni centrali in azione, con un capitale investito di $ 504,740,000. Gli introiti rappresentavano la somma di 86 milioni annui, le spese 68 milioni di dollari. Le persone impiegate raggiungevano il numero complessivo di 30,000 circa; gli stipendi una somma di 20 milioni di dollari.

Delle macchine installate 5930 erano a vapore ed avevano una potenza complessiva di 1,380,000 HP; 1390 solamente erano ruote idrauliche con una capacità di 440,000 cavalli. Le dinamo installate erano 12,484 con una potenza di 1,625,000 cavalli. È notevole il fatto che poco meno della quarta parte di questi impianti era già a quell'epoca amministrata sotto il controllo diretto dei Municipi: essa rappresentava però poco meno del 5 % del capitale investito totale e 10 % del lavoro generato. Dalle cifre citate erano ancora esclusi gli impianti privati, dei quali il numero è ora straordinariamente cresciuto col moltiplicarsi degli edifizi grandiosi, dove singole amministrazioni provvedono senz'altro controllo alla produzione e distribuzione dell'energia necessaria per i servizi degli ascensori, dell'illuminazione e della forza motrice.

Il numero degli impianti isolati è stimato attualmente superiore ai 50,000.

L'industria elettrica ha così superato per importanza quella del gas, alla quale il censimento del 1900 assegnava negli Stati Uniti 877 stabilimenti, con un capitale investito di 567 milioni di dollari ed un introito di 76 milioni. Distinguendo le città secondo l'importanza della loro popolazione, si può ritenere che 75 % delle stazioni centrali elettriche siano in luoghi dove la popolazione è minore di 5000 abitanti, mentre a questi corrisponde appena 23 % degli impianti di gas; ciò che dimostra la grande predilezione che anche le piccole comunità hanno avuto per la nuova forma d'illuminazione.

Volendo distinguere le stazioni centrali secondo la loro importanza, si trova che delle 3620 censite nel 1902, 2260, ossia 62.4 %, realizzavano una potenza inferiore a 200 HP; 866, ossia 23.9 %, fra 200 e 500 HP; 226, ossia 6.3 %, fra 500 e 1000; 137, ossia 3.80 %, fra 1000 e 2000; 83, ossia 2.3 %, fra 2000 e 5000, e 48 sole, ossia 1.3 %, erano di potenza superiore ai 5000 HP.

15. Distinguendo gli introiti delle società e amministrazioni esercenti impianti elettrici secondo la natura del servizio effettuato, il

Digitized by Google

censimento del 1902 assegna 44 milioni e mezzo di dollari all'illuminazione a incandescenza, 25 milioni e mezzo all'illuminazione ad arco e 14 circa al complesso degli altri servizi, compresa la fornitura di energia per la produzione di forza motrice nell'industria; di questi 1 e mezzo rappresentava all'incirca i proventi di tutti i servizi accessori.

Le forniture di energia per illuminazione ad incandescenza rappresentano dunque oltre la metà degli introiti di tutte le amministrazioni in complesso, e la loro percentuale è relativamente più elevata negli esercizi delle società private, che non in quelli delle amministrazioni municipali, poichè per queste la quantità di energia fornita per illuminazione ad arco ha quasi la medesima importanza della prima, e quella destinata ad altri usi si riduce ad una proporzione insignificante.

Delle spese totali compaiono come stipendi e paghe del personale 30.3 %; come combustibile e materiali di consumo 33.7 %; come interessi di capitali 18.5 % e come spese diverse, tasse, assicurazioni, ecc., 17.5 %. Le proporzioni si spostano relativamente poco nelle statistiche comparate degli esercizi privati e di quelli municipali, riducendosi solamente in questi le spese diverse e quelle d'interessi a 18 % nel loro complesso.

Della spesa per combustibile, 85 $^1/_2$ % è rappresentata dal carbone, 6 % dal petrolio, 2 $^1/_2$ % dal gas naturale, 0.2 % dal gas artificiale e poco meno di 6 % da altre sostanze.

L'uso del petrolio, introdotto in così grande scala all'esposizione di Chicago, non si è dunque straordinariamente diffuso negli Stati Uniti, sebbene un uso largo ne sia fatto in California e nel Texas.

Della spesa per materiale di consumo 19 % corrisponde all'acquisto di energia da altre sorgenti, 15 % di lampade a incandescenza ed accessori, 11 % di carboni e globi per lampade ad arco, 10 % di fili, 10 % per noli, 6.3 % per lubrificanti, 3.7 % per contatori, 3.2 % per trasformatori, 3.1 % per pali e altri supporti, 2.2 % per riparazione di lampade ad arco e 16 % circa per acquisto di altri materiali.

Del personale operaio impiegato nelle officine, il 15 % circa ha uno stipendio inferiore a $ 1.50 al giorno; 60 % è compreso fra $ 1.50 e 2.50, ed il 25 % ha stipendio superiore, fino a 5 dollari e più.

16. Volendo distinguere le macchine a vapore secondo la loro potenza, se ne trovano nella statistica del 1902 91.9 % aventi una potenza minore di 500 cavalli, 4.7 fra 500 e 1000 e 3.4 di potenza superiore a 1000 cavalli; la quantità di lavoro di cui esse sono capaci

Digitized by Google

rappresenta in complesso 61.6, 14.0 e 24.4 % della quantità disponibile totale.

Le piccole macchine predominano completamente nelle installazioni municipali.

Le macchine idrauliche hanno in complesso una potenza ragguagliata a 22.2 % di quella totale; di esse 85.4 % hanno una potenza inferiore a 500 cavalli, e rappresentano colla loro capacità il 39.7 %; 6.5 % hanno potenza compresa fra 500 e 1000 e 8.1 % superiore a 1000 HP.

Delle dinamo installate, 30.6 % in numero sono a corrente continua di potenziale costante, e rappresentano 27.2 % della potenza totale; 28.4 % sono a corrente continua d'intensità costante, e rappresentano 12 % della potenza; 41 % sono a corrente alternata, e rappresentano 60.8 % della potenza complessiva.

Il numero totale degli accumulatori installati nelle sottostazioni e negli impianti principali era nel 1902 di 15,269, con una capacità di 42,000 HP in cifra tonda; il numero di trasformatori 209,676 con una capacità complessiva di 1,343,000 HP; il numero dei contatori era di 582,689, dei quali 1.3 % ad azione elettrolitica e 98.7 % a movimento elettro-meccanico.

17. Il numero medio di kilowattore giornalieri prodotto dalle società esercenti e dalle officine contemplate nel censimento del 1902 per gli Stati Uniti è valutato a 6,814,074. Siccome la capacità complessiva delle dinamo installate è di circa 1,200,000 kw., risulta per esse una durata media di lavoro giornaliero di circa 6 ore, ossia un coefficiente medio di utilizzazione di 0.25. Ragguagliando l'introito complessivo di 86 milioni di dollari alla complessiva produzione annuale di 2 miliardi e mezzo di kilowattore, l'introito unitario su tutta l'energia prodotta appare poco minore di 3.5 centesimi di dollaro, ossia di 18 centesimi di lira; in molti luoghi l'energia è venduta per l'illuminazione privata al prezzo di 75 centesimi.

18. Distinguendo finalmente gli apparecchi d'illuminazione secondo la loro natura, si trovano ricordate nel censimento del 1902 per gli Stati Uniti 385,698 lampade ad arco alimentate da stazioni centrali elettriche, oltre a 33,863 presso le stazioni delle società di trazione, escluso il grande numero di esse contenute negli impianti isolati. Ragguagliando a quel numero l'introito annuo per illuminazione ad arco, si ha un incasso medio di $ 65.33 per ogni lampada.

Delle lampade ad arco appaiono 86.8 % servite da stazioni centrali private e 13.2 da stazioni municipali; 45.1 % adibite ad usi commerciali o privati e 54.9 ad illuminazione pubblica; 67 % ali-

Digitized by Google

mentate con corrente continua e 33 % con corrente alternata; 47.1 % sono di tipo aperto e 52.9 chiuse.

Il numero totale di lampade ad incandescenza installate nel 1902 era di 18,194,044, di cui oltre 97 % impiegate nell'illuminazione privata. Le lampade da 16 candele rappresentavano oltre i nove decimi.

Il reddito medio delle lampade a incandescenza nell'illuminazione pubblica e privata era stimato di $ 2.52 per lampada all'anno; più specificatamente appariva essere il provento per ogni lampada a incandescenza impiegata nell'illuminazione privata da società esercenti, $ 2.40 e nelle imprese municipali 1.92; per ogni lampada a incandescenza impiegata nella illuminazione pubblica da società private, il provento era di $ 6.06 e nelle imprese municipali 5.93; per ogni lampada ad arco d'illuminazione privata rispettivamente $ 48.88 e 41.46, e per ogni lampada ad arco d'illuminazione pubblica $ 83.20 e 69.98.

19. Il numero di motori elettrici installati a luogo fisso negli Stati Uniti nel 1902 e serviti dagli impianti fin qui considerati era di 101.064 con una potenza complessiva di 624.686 HP. Il numero di vetture fornite di motori elettrici e servite dai medesimi impianti era di 2379. Questo non rappresenta però che una piccolissima parte del materiale elettrico adibito alla trazione, poichè di esso la massima parte è alimentato dalle officine appartenenti alle società che eserciscono la trazione, e non può essere qui presa in esame. Basterà accennare che il *Bollettino* 3, che riporta i risultati del censimento del 1901-902 per gli impianti di trazione tramviaria, faceva salire oltre a 50,000 il numero dei carri con equipaggiamento elettrico, rappresentanti poco meno di 80 % del materiale complessivo.

Le stazioni elettriche adibite alla produzione dell'energia erano 805 con 2336 macchine a vapore della potenza complessiva di HP 1,298,133 e 159 macchine idrauliche della potenza di 49,153 HP, e con 2861 macchine dinamo-elettriche a corrente continua e 441 a corrente alternata, della capacità totale di 972,314 e 231,924 HP. Siccome la quantità di energia elettrica sviluppata giornalmente da queste stazioni è ragguagliata ad una media di 8,338,000 cavalli-ore, risulta un periodo medio di pieno lavoro pari a 7 ore circa, ossia un cofficiente di utilizzazione del macchinario elettrico di circa 0.3.

20. A complemento delle cifre prima ricordate per i soli servizi estranei alla trazione, è ancora interessante di notare come nell'anno 1902 non meno di 250 compagnie ferroviarie distribuivano commercialmente energia elettrica a scopo d'illuminazione o in forma di forza motrice. Di esse 118 fornirono all'ufficio di censimento indi-

Digitized by Google

cazione di proventi che ammontavano a poco meno di 8 milioni di dollari; esse alimentavano, come si è già detto, circa 34,000 lampade ad arco, un milione e mezzo di lampade ad incandescenza e 10,000 motori fissi della capacità di 36,000 cavalli. Se fosse possibile riunire e discernere i risultati di tutte le officine di produzione che, al pari di queste, non sono espressamente istituite allo scopo di distribuire pubblicamente energia elettrica in forma d'illuminazione e forza motrice, i risultati della statistica ricordata riuscirebbero più completi e le cifre più imponenti.

C) Fisonomia attuale ed evoluzione subìta dagli impianti elettrici negli Stati Uniti.

21. Nelle pagine che precedono sono raccolti dati quasi esclusivamente statistici intesi a dare un'idea precisa della produzione attuale delle officine che costruiscono il materiale elettrico, e di quelle che eserciscono gli impianti d'illuminazione e di distribuzione della energia.

Per caratterizzare tuttavia in modo completo lo stato delle industrie elettriche non sarà inutile rivolgere uno sguardo retrospettivo all'evoluzione che hanno subito ed alla fisonomia generale che ora presentano gli impianti elettrici nella maggior parte degli Stati Uniti.

22. Gl'impianti d'illuminazione ebbero storicamente e conservano tuttora la più grande importanza. I sistemi ad arco con lampade in serie in circuiti di corrente costante furono ideati pei primi, e per parecchi anni tennero il campo da soli, diffondendosi per opera delle varie compagnie che avevano perfezionato i primi tipi di macchine ed i sistemi di regolazione: Brush, Thomson-Houston, Fort-Wayne, Western Electric, Standard Electric, Excelsior, ecc.

Le piccole macchine venivano comandate da motori separati di limitata potenza, oppure raggruppate in piccoli aggregati, cui una motrice a vapore dava solidariamente il movimento mediante cinghie o funi.

La motrice aveva in generale una piccola velocità, ed in molti impianti aveva la disposizione verticale, vantaggiosa per l'economia notevole dello spazio e della spesa d'impianto.

23. I primi studi per attuare un sistema generale di produzione e distribuzione dell'energia elettrica in una forma che potesse sostituire il gas nell'illuminazione datano dal 1878, e furono condotti a Menlo-Park da *Edison*, il principe degli inventori americani. Essi

Digitized by Google

condussero a concepire i sistemi in parallelo, e quei tipi di lampade incandescenti di piccola intensità luminosa, destinati a funzionare sotto tensione moderata, che, attraverso alla mirabile evoluzione compiuta in quest'ultimo quarto di secolo, pervennero alla forma attuale tanto famigliare.

La prima macchina Edison a potenziale costante fu costruita e descritta nel 1879; essa era caratterizzata da grossi nuclei polari e dall'eccitazione separata. Le prime lampade incandescenti di quell'epoca erano costituite da fili di platino, mantenuti con scarso rendimento ad una moderata temperatura in un bulbo contenente aria rarefatta.

I filamenti di carbone furono brevettati per la prima volta alla fine del 1879. Le patenti per il sistema generale di distribuzione dell'energia elettrica a scopo di fornire luce e forza motrice furono richieste da Edison nel 1880, ma non gli vennero accordate che nel 1887.

24. Il primo grande esperimento di pubblica illuminazione con lampade incandescenti a basso potenziale fu eseguito a Menlo-Park nel 1880-81 con 10 macchine da 8 cavalli, aventi tutte i circuiti d'eccitazione alimentati in serie da una unica dinamo speciale, e le armature riunite in parallelo e comandate da un'unica motrice a piccola velocità. Per evitare però le grandi perdite inerenti alla forma difettosa di trasmissione, Edison ideò subito e mise in costruzione la sua prima grande macchina dinamo-elettrica direttamente accoppiata con una motrice orizzontale a vapore a grande velocità di Porter-Allen. La macchina diede cattivi risultati a causa delle resistenze interne, e delle grandi difficoltà incontrate nello smaltimento del calore, non meno che per la velocità esagerata della macchina a vapore.

Nella primavera del 1881 coll'esperienza acquistata Edison procedeva alla costruzione della seconda macchina dinamo-elettrica ad accoppiamento diretto; la prima che abbia dato praticamente buoni risultati, e che perciò rimase come prototipo delle grandi macchine a comando diretto che si diffusero in seguito in tutto il mondo. Essa fu denominata *Jumbo* n. 1, e figurò a Parigi nell'esposizione del 1881 dove attirò l'attenzione di tutti gli studiosi ed i tecnici. Essa poteva con l'armatura ventilata artificialmente fornire 500 ampère a 100 volt, ed alimentare 700 lampade ad incandescenza da 16 candele di quei primi tipi fabbricati da Edison che consumavano 4.5 watt per candela. La *Jumbo* n. 2 di capacità maggiore fu spedita a Londra nel 1882, e installata al pari della successiva *Jumbo* n. 3 nella stazione di Holborn Viaduct della Compagnia Edison, dove essa fun-

Digitized by Google

zionò in parallelo prima con questa e poi con una terza macchina analoga.

Di quelle macchine venne poi una parte, nel 1884, installata a Milano alla stazione di Santa Radegonda, la quale con macchine analoghe aveva inaugurato il servizio commerciale fin dal marzo 1883.

25. Intanto i sistemi americani d'illuminazione con lampade a incandescenza e con macchine Edison si venivano rapidamente sviluppando per soddisfare soprattutto alle richieste della privata illuminazione. Nel 1883 erano a New-York già alimentate dalla *Stazione di Pearl Street* 10,000 lampade; i primi motori fecero la comparsa nel 1884. La stazione continuò a lavorare commercialmente coll'aggiunta di parecchie macchine del primo tipo fino al gennaio 1890, giorno in cui fu parzialmente distrutta da un incendio. L'unica dinamo salvata, la *Jumbo* n. 9, figurò a Chicago nel 1893. A Santa Radegonda le macchine analoghe funzionarono ininterrottamente fino a sei anni fa, epoca in cui la massima parte dell'energia necessaria all'illuminazione elettrica di Milano potè derivarsi dalla lontana centrale idroelettrica di Paderno.

Nelle distribuzioni elettriche di energia per illuminazione e piccole forniture di forza motrice all'interno delle grandi città americane i sistemi a corrente continua con potenziale costante continuarono così per molto tempo a prevalere, ed anche oggi la maggior parte dell'energia per entrambi gli scopi è dalle società americane distribuita in quella medesima forma.

26. Ciò non pertanto nella produzione originaria e nella trasmissione dell'energia si è verificata una trasformazione radicale. Accresciuta oltre i limiti primieramente immaginati l'estensione delle reti di distribuzione, le quantità enormi di energia dovettero essere prodotte in stazioni di enorme potenza, e, poichè non era conveniente di moltiplicare all'infinito il numero delle unità generatrici, queste presero dimensioni colossali, sviluppandosi maggiormente quei tipi che per la compattezza loro richiedevono minore spazio e fornivano la corrente nelle condizioni migliori.

All'epoca dell'esposizione di Chicago la massima parte delle grandi motrici a vapore americane era ancora di tipo orizzontale; le macchine dinamo-elettriche non sempre erano direttamente accoppiate, e in molti casi le unità di potenza ragguardevole erano destinate a fornire direttamente la corrente continua solo per il servizio delle reti tramviarie; in molti casi erano ancora raggruppate le unità di piccola potenza, in piccolo numero, ad una sola motrice con comando indiretto per il servizio di altrettanti circuiti per lampade ad arco.

A quell'esposizione comparvero per la prima volta i sistemi a

Digitized by Google

corrente alternata sviluppati in grande scala, con frequenze relativamente elevate, e 12 alternatori Westinghouse da 1000 HP ognuno, comandati solo in parte direttamente da motrici verticali, alimentavano con correnti bifasi di 60 periodi ed una tensione primaria di 2000 volt la massima parte delle lampade incandescenti destinate alla illuminazione esterna degli edifizi.

27. L'evoluzione cominciata allora si è rapidamente compiuta, ed ora la massima parte delle centrali americane produce l'energia elettrica, a qualunque scopo sia essa destinata, mediante macchine gigantesche a corrente alternata, comandate direttamente da motrici a vapore compound, di tipo verticale, od almeno aventi uno dei cilindri verticale; in tale caso questo è quasi sempre il cilindro a bassa pressione, perchè in esso la massa dello stantuffo è più pesante, e pericolosa l'usura delle pareti. Una grande diffusione vanno prendendo egualmente le turbine a vapore.

Le correnti sono sempre polifasi, e nella trasmissione a grande distanza sempre trifasi, per realizzare il massimo risparmio nelle condutture. Dove è necessario si effettua con grande semplicità la trasformazione del numero delle fasi mediante il dispositivo di Scott.

Le tensioni primarie non sono quasi mai molto elevate; da 6 a 12,000 volt nelle trasmissioni di città, che si fanno esclusivamente per cavi sotterranei con isolamento di carta. Dove lunghe distanze in campagna devono essere superate, si dispongono linee aeree di alta tensione, trasformando la corrente in partenza ed in arrivo con trasformatori potenti, isolati nell'olio e raffreddati alla parte superiore con una circolazione artificiale di acqua.

Al luogo di consumo la massima parte dell'energia è convertita in forma di corrente continua ad una tensione moderata, adatta agli scopi dell'illuminazione e della trazione.

Le macchine convertitrici, studiate essenzialmente in America e ridotte là a tipi normali di altissimo rendimento, vengono alimentate così dai trasformatori in discesa, bifasi o trifasi, qualche volta muniti di connessioni a sei fasi, in modo da fornire la corrente continua raccolta dalle spazzole ai circuiti di distribuzione. Questi hanno tre o cinque fili nelle reti di illuminazione, e fra ogni coppia una tensione poco superiore a 100 volt; 500 o 600 volt è anche in America la tensione caratteristica delle reti di trazione, e le lampade incandescenti per tensione superiore a 110 volt sono tuttora poco diffuse. Batterie di accumulatori sono in moltissimi casi inserite in parallelo, e servono ad equilibrare il carico e talora a suddividere la tensione; in taluni intervengono in quella vece dei suddivisori elettrodinamici.

Digitized by Google

28. Nelle stazioni a vapore, molte delle quali sono già equipaggiate o previste per la capacità complessiva di parecchie diecine di migliaia di cavalli, e taluna per più di centomila cavalli, ogni parte è disposta in modo da realizzare la massima economia di spazio e semplicità di manovra. Col terreno a 1000 lire il metro quadrato ed il carbone a 10 lire la tonnellata le economie che si possono effettuare nelle spese d'impianto hanno un'importanza enorme di fronte a quelle dell'esercizio, e con una paga media agli operai di 2 dollari al giorno l'economia della mano d'opera ha per lo meno la stessa importanza di quella che le officine del vecchio mondo cercano di realizzare nel combustibile.

Così i grandi impianti americani tendono uniformemente ad acquistare una medesima fisonomia, caratterizzata dagli enormi edifizi di stazione centrale edificati in riva ad acque navigabili per facilitare lo sbarco dei carboni; dai generatori di vapore in ordine sovrapposto ai piani superiori, ed i serbatoi di combustibile ad essi sovrastanti con tutte le disposizioni per l'alimentazione automatica, ed una capacità non inferiore al consumo di una o due settimane, con l'estrazione automatica delle ceneri e le disposizioni per purificare e ricondurre in caldaia l'acqua di condensazione; dalle macchine verticali di tipo marino, alimentate con vapore sovrariscaldato, e munite di circolazioni forzate per l'olio, e di disposizioni automatiche di sicurezza; dai generatori potenti di correnti polifasi, a piccola frequenza ed a rendimento elevatissimo, capaci di sopportare un fortissimo sovraccarico, cogl'interruttori ad olio interposti nel più breve tragitto dei circuiti principali, e comandati a distanza da motori elettrici appositi; dalle condutture di alimentazione, racchiuse completamente in camere separate di muratura, e protette da relays automatici che non interrompono la corrente se non quando essa ha per un tempo prestabilito ecceduto il limite assegnato; dalle sottostazioni allogate nei piani inferiori dei grandi edifizi, e munite dei trasformatori di tensione, e, dove occorre, di quelli di frequenza, e delle macchine convertitrici e dei partitori di tensione e delle batterie di accumulatori.

Molte di queste disposizioni sono anche famigliari in Europa, e si sono conformate presso di noi alle esigenze speciali dei nostri servizi. Negli impianti americani è tuttavia imponente la grandiosità dell'insieme, e meticolosamente studiata la disposizione delle parti in modo da utilizzare ogni palmo di terreno e metro cubo di spazio, e da semplificare quanto umanamente è possibile ogni operazione. L'americano vuole e riesce così ad ottenere col minimo lavoro il massimo effetto da ogni macchina e da ogni individuo.

Digitized by Google

29. Gl'impianti idroelettrici sono per ora in minoranza, ed il prezzo vile del combustibile, ed il costo elevato dei materiali di trasmissione, e la natura pianeggiante del terreno che obbliga a ricercare molte volte la forza ad una grande distanza dal luogo di consumo, danno ragione a sufficienza della cosa. Con tutto ciò l'America possiede molte trasmissioni di energia da stazioni idroelettriche, e indubbiamente le più interessanti per la mole dell'energia ricavata, e le più ardite per il potenziale elevatissimo adoperato. Alcune di esse hanno subìto del pari una evoluzione interessante.

In una brevissima rassegna sintetica di questa natura non è possibile entrare nei dettagli; ma, a titolo di esempio, basterà ricordare gl'impianti colossali del Niagara, che sono ora i più grandiosi del mondo, e tuttavia ebbero principî modestissimi.

30. La Niagara Falls Hydraulic Power and Manufacturing Co., la quale ebbe le prime concessioni e sulle basi attuali fu organizzata nel 1877, stabilì dapprima una quantità di piccoli impianti pel servizio di industrie locali, allogando le turbine ad una profondità di 10 a 25 metri sotto il livello della parte superiore del fiume, e sfogando l'acqua nella parte inferiore, il cui livello è di circa 50 metri più basso del pelo liquido soprastante. Nel 1881 essa stabilì la prima stazione centrale per la produzione di energia a scopo di pubblica illuminazione, e nel 1895-96 impiantò la seconda stazione allo scopo di fornire l'energia elettrica motrice ad industrie diverse conducendo l'acqua alle turbine mediante le prime condotte forzate utilizzanti tutta la caduta disponibile. Quella stazione è ancora in esercizio attualmente, e sviluppa un'energia di 34,000 cavalli mediante 15 turbine, accoppiate direttamente alle dinamo; queste forniscono corrente continua ed alternativa per l'illuminazione e la trazione e per una buona parte delle industrie locali, che hanno nella immediata vicinanza stabilite le loro officine. La Compagnia stessa ha già ora cominciata la costruzione di un'altra stazione nella *gorgia* del Niagara, la quale è destinata ad avere una potenza complessiva di 100,000 cavalli con unità di 8000 cavalli servite ognuna da una condotta separata, e destinate a produrre corrente trifase a 11,000 volt e 25 cicli.

31. Per parte sua la Niagara Falls Power Co., ha intrapresa dodici anni fa la costruzione di un canale che deriva l'acqua dalla sponda americana, circa un miglio a monte delle cascate, e l'adduce a due officine grandiose contenenti rispettivamente 10 ed 11 unità capaci di sviluppare 105,000 cavalli. L'acqua dal canale è derivata per ogni turbina mediante una condotta forzata verticale, e, dopo avere agito sulla turbine, si scarica mediante un tubo

Digitized by Google

di aspirazione in un unico tunnel, che ha il diametro di 7 metri ed una lunghezza di oltre due chilometri, e che, attraversando il sottosuolo della città di Niagara Falls, porta l'acqua nella parte inferiore del fiume. Ogni turbina, mediante un albero cavo, è direttamente collegata ad un alternatore bifase a 25 periodi, 2200 volt e 250 giri al minuto. Queste macchine, costrutte da Westinghouse, sono tutte del medesimo tipo ad asse verticale, disegnato da Forbes, con magneti di campo rotanti alla parte esterna e indotto fisso all'interno, con circolazione refrigerante nell'armatura. Esse sono installate in due sale al livello superiore del fiume in un coi quadri di distribuzione.

Dalle sbarre omnibus del quadro l'energia è distribuita in tre forme distinte; una parte direttamente per cavi sotterranei alle officine contigue dove hanno sede industrie diverse; una parte è trasformata in correnti trifasi a 11,000 volt, e trasmessa per cavi sotterranei ad una sottostazione, distante 2 miglia, ed ivi riconvertita in correnti trifasi a 2200 volt pel servizio d'industrie locali; finalmente una parte è nella stessa stazione originaria mediante trasformatori Scott della potenza di 2000 kw. convertita in correnti trifasi a 22,000 volt e trasmessa per linee aeree a centri industriali più lontani, come Buffalo, Tonawanda, Lockport. A Buffalo, a 35 chilometri di distanza, giungono tre linee distinte, due di rame ed una di alluminio, capaci di trasmettere ognuna un'energia di 10,000 cavalli. La tensione all'arrivo in città è prima di tutto abbassata a 11,000 volt con trasformatori ad olio, e la corrente trasmessa per cavi sotterranei a diverse sottostazioni, nelle quali poi si trasforma una parte in corrente bifase della stessa frequenza e di potenziale più basso pel servizio dei motori, una parte si converte mediante gruppi di motori generatori in correnti alternate monofasi di frequenza e potenziale diverso per l'illuminazione ad arco (è preferita per questa la frequenza di 60 o 125 periodi), ed una parte finalmente si converte in correnti continue di basso potenziale per le operazioni elettrochimiche, o di potenziale più elevato e d'intensità costante per illuminazione ad arco con lampade in serie, oppure di costante potenziale per il servizio della trazione elettrica.

32. Associata alla precedente è la Canadian Niagara Power Co. che fu costituita nel 1892, ed ha ora in costruzione sulla riva canadese una stazione idroelettrica capace di sviluppare 110,000 HP mediante 11 sole unità di 10,000 HP ognuna, le cui turbine saranno alimentate da singole condotte forzate, e gli alternatori trifasi direttamente accoppiati e costrutti per una frequenza di 25 periodi ed una tensione di 11,000 volt. Circuiti elettrici speciali saranno disposti fra

Digitized by Google

questa e le stazioni generatrici della Compagnia precedente sulla riva americana, in modo da poter sopperire da una qualunque di esse al lavoro richiesto nell'eventualità di un'interruzione di servizio da un'altra qualsiasi. Per trasmissioni a piccola distanza verranno ancora impiegati cavi sotterranei a 11,000 volt, e per distanze grandi linee aeree di potenziali di 22, 40 e 60 mila volt.

Un'altra Compagnia canadese, la Ontario Power Co. of Niagara Falls, ha intrapresa una derivazione di 300 metri cubi d'acqua in corrispondenza di Dufferin Islands mediante una condotta forzata composta di tre tubi di acciaio del diametro di circa 6 metri ognuno, la quale, seguendo per un paio di chilometri la riva del fiume fin oltre alle grandi cascate, permetterà di guadagnare una maggiore altezza di carico di 16 metri, e di realizzare in complesso una caduta utile di 53 metri ed un lavoro di 180,000 cavalli. Anche in questa stazione, posta a livello della parte bassa del fiume, sono già avanzate le opere per la costruzione della prima parte (60,000 HP); verranno impiegate unità di 10,000 cavalli con alternatori a 12,000 volt, 25 cicli, ad asse orizzontale, e trasformatori di 2500 kw. (1).

33. Nello stesso territorio del Canadà si costituiva finalmente l'anno passato un sindacato per l'organizzazione di Compagnie che dovessero stabilire un impianto grandioso al Niagara, e trasmettere l'energia a Toronto ed altri centri industriali. La Electrical Development C. dell'Ontario fu costituita con un capitale di 6 milioni di dollari, e pose mano immediatamente ai lavori per derivare in corrispondenza di Tempest Point, con opere idrauliche arditissime, l'acqua necessaria a produrre un'energia di 125,000 cavalli. Nella stazione generatrice verranno installate 11 unità di 11,000 cavalli con alternatori a 12,000 volt, 25 cicli, sopportati in guisa analoga a quelli della Compagnia americana all'altezza del fiume superiore mediante alberi cavi. La Toronto and Niagara Power Co. fu organizzata dallo stesso sindacato per la trasmissione dell'energia, la quale si effettuerà mediante linee trifasi a 60,000 volt, sopportate da torri metalliche distanti 120 metri, ritenendosi a questo riguardo perfettamente rassicuranti gli esempi forniti da varie linee di trasmissione nel Messico e nella California le quali funzionano già da tempo senza alcun inconveniente con eguale tensione.

34. Non è d'uopo affermare che queste derivazioni, che sembrano colossali alla stregua delle nostre misure ordinarie, non altereranno in misura percettibile la portata del fiume, la quale è stimata di 5000 mc. e capace di sviluppare con la forza delle cascate 3 milioni di cavalli.

(1) V. anche l'articolo del prof. Lori, pag. 519.

Digitized by Google

Le cascate del Niagara, l'americana e la canadese, verranno ancora per lungo volgere di anni ammirate nella loro imponenza meravigliosa dai visitatori di quelle regioni che esse hanno fecondate col lavoro ed arricchite con l'impareggiabile bellezza.

L'industria americana però ritrae da queste organizzazioni potenti un inestimabile vantaggio, poichè esse sole, che dispongono di mezzi finanziari colossali, possono affrontare con la sicurezza del successo quelle imprese gigantesche, il risultato delle quali si traduce in un abbassamento rilevante dei prezzi dell'energia, ed in un miglioramento sostanziale di tutte le produzioni.

35. Non altrimenti le grandi industrie di costruzione si sono enormemente avvantaggiate della coalizione potente delle loro corporazioni finanziarie, le quali, raccogliendo nelle mani di pochissimi esperti quasi tutte le fila delle amministrazioni minori, hanno creato, per così dire un monopolio gigantesco capace di vincere ogni concorrenza esterna, e d'informare ogni iniziativa nuova agli ammaestramenti di una lunghissima esperienza. Nel campo delle costruzioni elettromeccaniche quasi tutta l'industria americana è controllata in tal modo dai due formidabili colossi: la General Electric Co. che nelle officine di Schenectady impiega 10,000 operai, 5000 a Lynn e 2000 ad Harrison, oltre ad alcune migliaia nelle officine canadesi; e la Westinghouse Electric and Manufacturing Co. la quale nelle officine di East Pittsburg impiega 9000 operai, e 3000 nelle figliali esterne, e si trova associata per la fabbricazione delle macchine termiche e degli apparecchi di frenatura e di segnalazione alle altre Compagnie Westinghouse, il complesso delle quali dà lavoro a 30 mila operai, e produce ogni anno una somma di materiale che ammonta a 75 milioni di dollari (1).

L'unificazione dei tipi e la loro *standardizzazione* è uno dei frutti più fecondi di queste ammirabili organizzazioni, per opera delle quali è stato possibile di semplificare in modo eccezionale e di perfezionare singolarmente ogni processo di fabbricazione, abbassando i prezzi ed imprimendo a tutta l'attività industriale un impulso meraviglioso.

Napoli, novembre 1904.

NB. **Gli elementi statistici ed una gran parte delle considerazioni qui riportate hanno formato oggetto di una conferenza tenuta dal prof. Lombardi alla Sezione di Napoli dell'A. E. I. il 27 novembre 1904.**

(1) V. l'articolo dell'ing. Picchi, pag. 530.

Digitized by Google

N. 33.

III.

Prof. F. LORI

LE CENTRALI ELETTRICHE NEGLI STATI UNITI

I caratteri generali delle centrali elettriche negli Stati Uniti sono due: l'uniformità dei tipi delle macchine e l'uso del carbon fossile come sorgente di energia.

Il primo fenomeno è strettamente connesso con tutta l'organizzazione industriale americana, benchè non so dire se il rapporto di colleganza sia quello di causa ad effetto o di effetto a causa. L'Americano, questo io penso sia fuor di dubbio, non apprezza le piccole cose in nessun ramo dell'umana attività. La vastità delle terre che egli abita, l'abbondanza di ogni prodotto agrario e minerario, che ha tanto facilitato la strada del suo rapido progressivo arricchimento, l'ambizione profondamente sentita di sorpassare l'Europa in ogni manifestazione della vita moderna, la ricerca che trasparisce in ogni atto e in ogni parola di fare statistiche con numeri grandi hanno certamente contribuito a sviluppare l'organismo industriale sulla base di poche grandissime unità. E tale è anche l'organismo delle fabbriche di motrici e di dinamo. In tali condizioni, da una parte una fabbrica così organizzata ha bisogno, per produrre economicamente, di vendere molti esemplari uguali; dall'altra chi deve impiantare una stazione generatrice, trova quel tipo a buon mercato, è abituato a veder quel tipo e conosce molte esperienze fatte con esso, cosicchè non esita ad acquistarlo. Ed effettivamente in tal modo si consegue una grande economia.

Anche il desiderio della rapidità probabilmente apporta il suo contributo nella organizzazione americana. Tutto deve sorgere presto colà: case, stabilimenti, ferrovie, città intere: si discute poco e si opera molto. Quindi una stazione elettrica si deve poter comperare quasi bell'e fatta secondo il campione *standard*, ritenuto migliore in quel momento. Esiste la centrale *standard,* come esiste il pranzo *standard.*

In Europa, e più specialmente in Italia, accade diversamente. Presso di noi ogni officina costruisce, talvolta uno, raramente alcuni

Digitized by Google

esemplari di una macchina, il prezzo della quale è quello che le compete nell'ipotesi che, fatta la prima, si debba infrangere il modello. Ogni tecnico incaricato di costruire una centrale tiene a studiare qualche variazione rispetto alle altre che conosce, nè le Case costruttrici hanno grande interesse a frenare le sue facoltà inventive.

Da ciò consegue una notevole differenza nell'andamento dei progressi tecnici nei due continenti. Presso di noi è un progresso lento, se si vuole, ma continuo. Ciascuna centrale rappresenta un miglioramento rispetto alle precedenti. In America, il tipo non muta, finchè non diventa generale il convincimento che la tecnica ha fatto un progresso notevole, il quale giustifichi l'abbandono completo dei tipi precedenti. Allora tutti cambiano e adottano il tipo nuovo, che rappresenta un passo lungo nel senso del progresso. Così accade che per un certo tempo, prima del cambiamento, l'America si trova indietro rispetto all'Europa, in cui già funziona qualche modello del tipo nuovo. Poi il cambiamento in America avviene rapidamente, ed è generale, ed il nuovo continente ricupera il primo posto.

Quanto al secondo carattere delle centrali americane, cui abbiamo accennato, esso è relativo al basso prezzo del carbon fossile e alla scarsità di cadute d'acqua nelle regioni più popolate.

Accenneremo infine a qualche centrale utilizzante potenza idraulica: le considerazioni che seguono fino a quel punto si riferiscono soltanto a quelle a vapore.

***

Quando entri in una centrale americana, ciò che ti sorprende anzitutto è la grandezza assoluta. L'unità di potenza è il migliaio di kilowatt: le macchine motrici e generatrici sviluppano spesso due, cinque, dieci di queste unità. E, se si pensa che non basta aumentare tutti gli organi in proporzione, ma che coll'aumento della potenza a limiti così alti molti e difficili problemi debbono essere risoluti, devesi riconoscere un'assoluta valorosa prevalenza degli Americani nell'uso delle grandi potenze e quindi delle grandi intensità. Mancano invece le difficoltà relative agli altissimi potenziali. La tensione non supera in generale poche migliaia di volt, non dovendosi superare lunghissime distanze.

Altro carattere generale è la ristrettezza dello spazio. Specialmente in alcuni punti l'area è assai cara, nè si trova in abbondanza a qualunque prezzo, onde nasce lo sforzo dei tecnici di collocare molte macchine sopra piccola superficie. Tu, per esempio, vedi quasi ovunque caldaie a vapore in piani superiori.

Digitized by Google

Finalmente ti colpisce la mancanza di qualunque rifinimento non richiesto dalla regolarità del servizio. Qualche cosa può parere trascurata a noi che abbiamo l'ambizione di veder tutto sistemato con grande cura, e vorremmo che anche un'officina fosse un'opera d'arte. In America, nulla manca del necessario, nulla esiste di soverchio, e il servizio è molto regolare. Il potenziale oscilla fra limiti molto ristretti, e l'illuminazione delle abitazioni nulla lascia a desiderare e funziona in generale meglio che da noi.

Ciò che è meno curata è l'economia del carbone. Trovi talvolta alimentatori automatici dei focolai che non rappresentano certamente l'ultimo sforzo nel risparmio di combustibile; le motrici stesse a vapore, generalmente con due cilindri soli, nè sono fatte nè sono mantenute con la preoccupazione di risparmiare fino all'estremo limite il consumo di carbone. Ciò è l'effetto, da un lato del limitato costo di questo, che oscilla fra 7 e 15 lire la tonnellata in qualunque punto delle città che noi abbiamo visitato, e dall'altro dell'elevatissimo prezzo della mano d'opera. Io sono convinto che ogni cosa in America è coordinata in modo da rendere minimo il costo complessivo del kilowatt distribuito, ma questa condizione evidentemente non coincide con quelle che rendono minimi i singoli componenti di questo costo, nè queste condizioni sono le stesse in America e in Europa; per esempio, in altro campo, l'elevato costo della mano d'opera limita nelle città americane l'applicazione delle ordinarie lampade ad arco, in cui bisogna ogni giorno ricambiare i carboni, e fa diffondere quelle ad arco chiuso, il cui effetto luminoso a pari potenza è notevolmente inferiore, e la qualità della cui luce è più scadente, cosicchè l'illuminazione delle principali città italiane è certamente migliore

*
* *

La corrente che adoperano gli Americani a preferenza, è quella orientata, praticamente costante, ottenuta mediante sistemi polifasi a bassa frequenza da convertitori rotanti muniti di collettore Pacinotti, o talvolta quella oscillatoria generata da macchine con indotto aperto, come quelle del tipo Thomson Houston, il cui vantaggio è noto per la regolazione dei circuiti di lampade ad arco in serie. E nella costruzione e nel funzionamento dei convertitori rotanti sono maestri gli Americani, che ne hanno fino della potenza di duemila kilowatt.

La luce ad incandescenza è fatta ordinariamente con lampadine da 100 a 120 volt, ed è il sistema di illuminazione generalmente

Digitized by Google

adottato per le abitazioni; gli Americani non amano nemmeno negli spazi aperti la fredda luce dell'arco e adottano con signorile larghezza quella, senza confronto preferibile, ad incandescenza, e ne fanno vera profusione così da ottenere effetti bellissimi ed anche grandiosi.

*
* *

Premesse queste considerazioni generali, mi sia lecito parlare rapidamente delle varie città visitate.

NEW YORK. — La maggior parte delle stazioni generatrici appartiene alla « New York Edison Company », succeduta alla « Edison Electric Illuminating Company », la prima Compagnia organizzata per distribuire luce elettrica ad incandescenza. Le sue reti coprono tutta l'isola di Manhattan, cioè il maggior nucleo di New York e il quartiere del Bronx. La distribuzione è a tre fili 120-240 volt per la corrente continua, 2000 volt, trifase, 60 periodi, per i luoghi lontani, dove viene convertita in continua, tre fili, 120-240 volt. Le stazioni generatrici sono 5, le stazioni convertitrici 14 compiute, e 2 in corso di costruzione; le macchine installate hanno in complesso la seguente capacità: cav. 50,232 le caldaie, 82,375 le motrici, kilowatt. 53,100 le dinamo. Le sottostazioni contengono 7 motorigeneratori, 3 da 150 e 4 da 500 kw., e 57 convertitori rotanti, 2 da 400, 22 da 500 e 33 da 1000 kw. con una capacità complessiva di kilowatt 47,250. Sono poi in corso di installazione 4 convertitori da 2000 kw. Oltracciò vi sono 22 batterie di accumulatori con una capacità complessiva di 44,000 ampère, 132,000 ampère-ora. Riproduciamo, per dare un'idea del consumo, il diagramma del carico di una giornata (9 dicembre 1903) di tutta la corrente a bassa tensione distribuita dalla New York Edison Company (fig. 25). Il carico

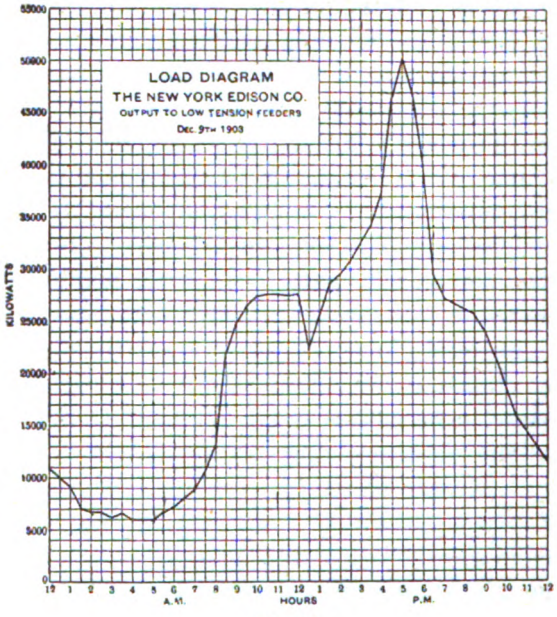


Fig. 25.

Digitized by Google

massimo per l'isola di Manhattan (dove la luce è più diffusa e da più lungo tempo distribuita) durante l'anno 1903 fu di 359,460 kw.: nel quartiere del Bronx fu solamente di kw. 1540. L'erogazione complessiva per l'isola di Manhattan nell'anno 1903 fu di 131,000,000 di kilowattore.

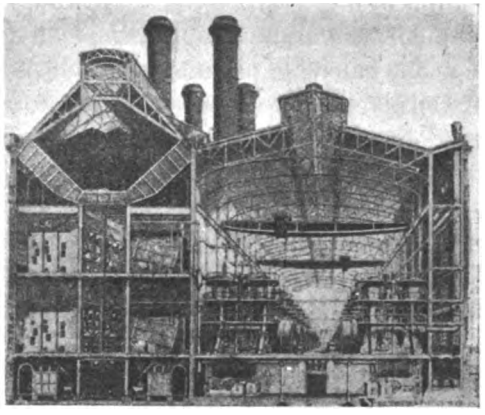


Fig. 26.

Tacendo delle stazioni di minore importanza, darò qualche elemento della più recente, la Waterside station, destinata a generare in un punto solo una grande quantità di energia sotto forma di correnti alternate ad alto potenziale formanti un sistema trifase, col quale vengono poi alimentate le stazioni convertitrici nei centri di distribuzione. Questa stazione occupa l'intero *block* fra la 38ª e la 39ª strada, prospetta da un lato sulla prima Avenue e dall'altro sull'East River. Potrà contenere macchine per una capacità di cavalli 100,000. L'area complessiva posseduta dalla Società è lunga 272.5 e larga 197.5 piedi, e dista 160 piedi dal limite dell'acqua, alla quale arrivano tunnel per portare l'acqua di condensazione alle motrici e ricondurla al fiume. Del prospetto sulla prima Avenue (fig. 26 e 27) e della sezione diamo uno schizzo. La porzione dell'edifizio che finisce con copertura piana è destinata alle caldaie: il piano inferiore contiene le pompe di alimentazione e gli apparecchi accessorî: i due piani superiori contengono le caldaie, sopra le quali sta un colossale serbatoio di carbone, che può contenerne fino a 10,000 tonn. Le caldaie sono 56, tubolari, ciascuna lunga 18 piedi, con 6500 piedi quadrati di superficie riscaldante, per una

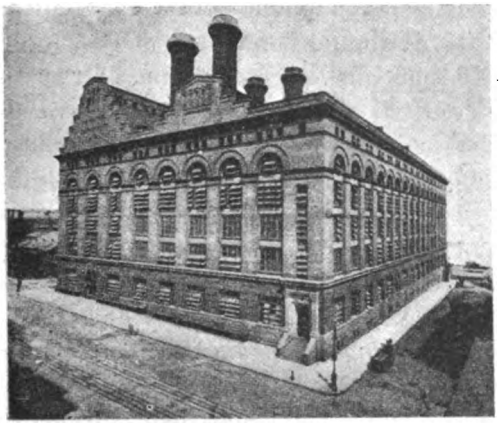


Fig. 27.

Digitized by Google

forza di circa 650 cavalli. Si calcola che ogni motrice consumi circa 12.5 libbre di vapore per cavallo indicato. In ogni piano le 28 caldaie stanno in due stanze allineate in coppie, e ciascuna occupa di fronte 30 piedi. Lavorano alla pressione di 200 libbre per pollice quadrato, ma sono calcolate per una pressione di 225. Vi è un completo impianto di ventilatori per il tiraggio forzato e 20 caldaie sono anche munite di alimentatori automatici, mentre le altre, in cui si brucia antracite, sono alimentate a mano. Tanto il carbone, quanto le ceneri, sono trasportati automaticamente; il carbone dai battelli al magazzino principale e da questo al serbatoio che sovrasta le caldaie, e durante il tragitto, viene anche vagliato e distinto in varie grossezze; le ceneri dal luogo sotto i cinerari, in cui cadono, fino ad un punto sulla sponda del fiume dove vengono ammassate.

Quanto alle macchine a vapore originariamente fu preveduto di collocarne 16 del tipo verticale, marino, tre manovelle, un cilindro ad alta e due a bassa pressione: ma i recenti progressi fatti dalle turbine a vapore anche di grande potenza hanno consigliato di completare la stazione con questo nuovo tipo di macchine. Nelle motrici a stantuffi il diametro di quello ad alta pressione è di 43.5 pollici, il diametro di quelli a bassa è di 78.5 pollici. La corsa è di 60 pollici. Con il vapore alla pressione di 175 libbre, 27 pollici di vuoto e 75 giri al minuto queste macchine sviluppano da 5200 e 5500 cavalli indicati, ma sono suscettibili di un sopracarico fino a cav. 8000, e in limiti estremi con ammissione per i cinque ottavi della corsa possono spingersi a 10,000 cavalli. Il diametro dell'asse, che è vuoto, è di 30 pollici, le tre manovelle sono calettate con gli angoli rispettivamente di 101, 126 e 122 gradi: il volano pesa 9000 libbre ed ha il diametro di 23 piedi. Il carico e la velocità nel funzionamento in parallelo sono regolati da un motore elettrico, e per il caso di un accidente vi sono valvole che permettono di fermare la macchina, come pure, nel caso che la velocità divenga eccessiva, un apparecchio a forza centrifuga chiude automaticamente l'ammissione del vapore. Il diametro dei tubi di vapore alle motrici è di 16 pollici, quello dei tubi da ciascun cilindro al condensatore di 26 pollici; ogni condensatore contiene 3700 tubi del diametro di un pollice ed una superficie raffreddante complessiva di 9200 piedi quadrati. L'olio per la lubrificazione circola continuamente da un serbatoio ad un sistema di tubi, agli oliatori, ai filtri, e nuovamente mediante pompe al serbatoio. Da 15,000 a 20,000 galloni di olio sono in circolazione attraverso il sistema.

I generatori sono del tipo a induttore rotante, collegati diretta-

Digitized by Google

mente alle motrici. A lavoro continuo possono sviluppare una potenza di 3500 kw., sistema trifase, 6600 volt, 307 ampère, ma possono sopportare un sopraccarico di 400 ampère per tre ore, e per breve tempo un sopraccarico limitato solamente dalla potenza della motrice. L'induttore ha 40 poli, la frequenza a 75 giri è 25 cicli. Il giunto con la motrice è elastico e il volano è rigidamente connesso alla generatrice, cosicchè, nel caso di un eccessivo sopraccarico del generatore l'energia del volano è trasmessa alla parte rotante dell'alternatore. Gli avvolgimenti del campo sono di nastro di rame, ed esigono per la piena eccitazione una differenza di potenziale di 220 volt. L'armatura è di acciaio laminato: i rocchetti sono preventivamente avvolti, poi infilati sui nuclei e mantenuti a posto da cunei di legno. La parte rotante pesa 130,000 libbre, l'armatura 125,000. Alle prove il rendimento è stato 97.2 per cento con un quarto di sopraccarico, 97 per cento a pieno carico, 96.5 per cento a 3 quarti e 95.5 per cento a metà carico. La regolazione è tale che, se si toglie il pieno carico rapidamente, l'aumento di potenziale non supera l'8 per cento.

Ogni eccitatrice, delle quali ve n'ha tre installate e una quarta in corso d'installazione, consiste di un motore ad induzione trifase, 6600 volt, 225 cav., direttamente connesso con una dinamo da 150 kilowatt tetrapolare da 200 a 280 volt. Una batteria di accumulatori assicura la continuità della corrente eccitatrice, essendo da sola capace di eccitare il campo di 16 generatori per un'ora.

Tutti gli apparecchi di misura e di distribuzione sono collocati in una serie di gallerie occupanti tutta l'ala ovest della costruzione. Al piano inferiore vi sono le eccitatrici con i loro interruttori ed apparecchi di misura. I reostati dell'eccitazione sono collocati immediatamente sopra le stesse macchine. Nella galleria a primo piano sono gl'interruttori ad olio dei fili alimentatori (feeders) e i trasformatori per gli apparecchi, come pure gl'interruttori ad olio degli alternatori.

Nella galleria al secondo piano sono le unioni tra i feeders e le sbarre collettrici della stazione, combinate in modo che ogni gruppo di due feeders può essere sostituito ad un altro, e i reostati di campo dei generatori. La galleria superiore al terzo piano è la galleria di manovra di tutta la stazione. Verso l'interno, in modo che l'operatore può vedere tutte le macchine, vi sono gl'interruttori e gli apparecchi di misura. Per ogni generatore vi è un vattometro sommatore, che dà il lavoro erogato dal generatore, un voltometro, due amperometri, un wattometro indicatore, un amperometro pel

Digitized by Google

campo, un indicatore del fattore di potenza, una lampada di fase, una lampada avvisatrice di sopraccarico e segnali di luce mediante i quali sono trasmessi ordini dall'operatore della galleria al macchinista di turno, o viceversa. Nel centro della galleria vi sono anche l'indicatore di frequenza, i voltometri e i sincronizzatori della stazione. Qualunque terra si verificasse in qualunque punto viene avvertita mediante il suono di un campanello.

Sono in corso di installazione tre turbine del tipo Curtis, da 5000 kw. Quella già a posto è a due serie di palette, e in tutto otto giri di palette mobili e sei di palette fisse. La seconda e terza saranno con quattro serie e quattro unità mobili, ciascuna contenente due giri di pale con un giro di canali di guida fra di esse. Nel primo tipo il vapore è parzialmente espanso nel primo giro di canali, scorre attraverso i quattro giri di pale e i quattro giri di canali della prima serie, e finisce di espandersi nello spazio fra le due serie: quindi passa attraverso la seconda serie nella camera di base della turbina e finalmente al condensatore, che è del tipo Wainwright e può condensare 120,000 libbre di vapore per ora mantenendo il vuoto di una libbra quando la temperatura dell'acqua adoperata è di 79 Fahrenheit. L'olio per le turbine è fornito da tre pompe, una elettrica e due a vapore, una delle quali basta per le tre turbine, e mantenuto alla pressione voluta da un accumulatore.

Questi sono i dati relativi alla Waterside station, ma lo sviluppo della Compagnia è stato tale che un'altra stazione sul fiume è già studiata ed occuperà il block successivo fra la 39ª e la 40ª strada. Vi saranno 96 caldaie da 659 cavalli con soprariscaldatori per 150 Fahrenheit, pressione di 200 libbre; turbine orizzontali o verticali per una potenza complessiva di non meno che 100,000 kw.

Che cosa sarà divenuto allora questo centro di distribuzione di energia? Oltre 200,000 kw. sono più dell'energia ora distribuita nelle maggiori città d'Italia riunite insieme. Essi possono alimentare oltre mezzo milione di lampade ad arco di grande potenza, o lampade ad incandescenza per 600,000,000 di candele; o possono muovere sulla superficie dell'Oceano cinque dei maggiori transatlantici, o una flotta intera di media potenza; o trasportare in una ferrovia di montagna tanti treni, che contengano la popolazione di una città forse di oltre 200,000 abitanti. Tali sono i colossi, che animano quelle grandi metropoli.

Citerò della città di New York un'altra centrale, perchè è destinata a contenere la prima turbina a vapore del tipo Parson della potenza di 10,000 cavalli della Allis Chalmers Company. Questa cen-

Digitized by Google

trale è destinata all'illuminazione del quartiere di Brooklyn, un immenso quartiere con una popolazione, secondo i dati del 1903, di 1,313,095 abitanti, sopra un'immensa area di 77.62 miglia quadrate, dove l'illuminazione elettrica si è rapidamente ed enormemente sviluppata da un equivalente di 6600 lampade da 16 candele nel primo gennaio 1890 ed un equivalente di 800,000 lampade da 16 candele nel 1904. Proprietaria della stazione è la Edison electric illuminating Company of Brooklyn. Il sistema è il medesimo che per la stazione descritta precedentemente: la corrente è generata da dinamo trifasi, 25 periodi, 6600 volt, e convertita in varie stazioni di distribuzione mediante convertitori rotanti in corrente continua a 115-230 volt. Per garantire la continuità del servizio vi sono anche otto batterie di accumulatori con una capacità complessiva di 65,500 ampere ora. La Compagnia fa anche funzionare un alternatore bifase con 60 periodi per trasmettere la corrente ai centri più lontani e meno popolati, dove il servizio col sistema ordinario sarebbe troppo dispendioso. A questi centri la corrente viene distribuita con condutture aeree, mentre agli altri generalmente viene condotta con cavi. Di mano in mano che anche questi centri si sviluppano, al sistema aereo bifase viene sostituito il sistema a tre fili di corrente continua.

Passando alle centrali per trazione, premetto che ve n'ha di altrettanto grandiose, e differiscono poco nelle linee generali dalle precedenti. Le Compagnie che esercitano trazione elettrica a New York sono cinque, delle quali tre trasportano i passeggeri attraverso la città, facendo un completo e splendidamente organizzato servizio tramviario (1).

La Metropolitan street railway system Company ha due stazioni generatrici. Esse generano, come alsolito, un sistema trifase, 25 cicli, 6600 volt, mediante dinamo da 3500 kw., mosse da macchine a vapore verticali Compound, con condensazione, direttamente connesse con le dinamo, alimentate da caldaie tubolari. La più antica di queste due stazioni è situata nella 96ª strada. Contiene 7 unità generatrici da 3500 kw. alimentate da 80 caldaie disposte in batterie di due da 500 cavalli per batteria, e distribuite in tre piani. La maggiore erogazione giornaliera, che si verifica intorno al Natale, è di 575,000 kilowattora; in alcune ore di questi giorni l'energia generata è di 36,000 kw., cioè la stazione funziona a pieno carico. Il consumo di carbone medio nei giorni di maggior carico è di

1) Vedi articoli sulla trazione a pag. 545 e 567.

Digitized by Google

2.8 libbre per kilowattora, cioè, con l'erogazione dianzi nominata-718 tonnellate al giorno. Durante l'anno 1903 l'erogazione totale di corrente fu di 149 milioni di kilowattora. La stazione era stata disposta in modo che potesse funzionare come tre stazioni indipendenti, ma in pratica questa separazione non si è mostrata necessaria. Negli ultimi quattro anni vi sono state solamente due interruzioni di corrente, e anche queste non per cause inerenti alla stazione stessa. Lo spazio su cui essa si sviluppa è molto ristretto, perchè per ogni kilowatt di capacità le caldaie occupano 0.56 di piede quadrato, e le motrici 0.68.

L'altra stazione generatrice della Compagnia è recente; la sua prima unità è entrata in funzionamento nel 1903. Essa differisce poco dalla precedente. Le unità sono 8 da 3500 kw., le caldaie sono 32 accoppiate in batterie da due di 1000 cavalli per batteria, e distribuite in due piani. In questa stazione tanto le motrici che le caldaie occupano per kilowatt 0.58 di piede quadrato.

Le due stazioni hanno due sopraintendenti, uno per la parte delle macchine a vapore, il *mechanical engineer*, ed uno per la parte elettrica, l'*electrical engineer*. Ciascuna stazione poi ha tre assistenti, *first, second and third assistant engineer,* che sorvegliano otto ore ciascuno, ed hanno la piena responsabilità del funzionamento durante il loro turno. Alla loro dipendenza sono *engineers* (meccanici), *oilers* (oliatori), *pump men* (addetti alle pompe), *stokers* (magazzinieri), *coal passers* (addetti al carbone), *water tenders* (addetti all'acqua), ecc.; tutti con un turno di otto ore.

Il carbone adoperato è in parte antracite del potere calorifico di 12,000 B T U per libbra e in parte carbone semibituminoso da 14,500 B T U (1). L'acqua evaporata per ogni libbra di carbone è circa 8.5 libbre. L'acqua consumata per kilowattora al quadro è circa 22 libbre, tenuto conto del consumo complessivo. Il costo del carbone è 67 %, quello delle riparazioni 7.6 %, quello della mano d'opera 9 % delle spese totali. L'annua spesa delle riparazioni è 1.61 % del costo d'impianto.

La *Brooklyn rapid transit Company* si trova in una condizione di traffico tutta speciale. Essa trasporta e ritrasporta ogni giorno attraverso il ponte di Brooklyn l'immensa fiumana di persone che, dimorando nel quartiere di Brooklin, hanno i loro affari nell'isola di Manhattan. E tutto questo traffico si svolge in poche ore del giorno, in un senso il mattino, in senso opposto il pomeriggio.

(1) 6660 e 7764 calorie per kg. (V. pag. 445).

Digitized by Google

Le centrali che alimentano la rete delle ferrovie di Brooklyn sono sette; la maggiore ha la capacità di 32,000 cavalli, la minore di 225.

Sono specialmente da menzionarne due, una delle quali è la *Central power station* del tipo solito con 32 caldaie tubolari da 650 cavalli, della Aultman Taylor Company, accoppiate in batteria di due, e distribuite in due piani, senza economizzatori, nè soprariscaldatori nè alimentatori automatici. Queste caldaie hanno la superficie riscaldante di 6500 piedi quadrati, tiraggio forzato e possono bruciare i più piccoli pezzi di antracite. Le macchine sono del tipo verticale, accoppiate direttamente alle dinamo, fatte dalla Allis Chalmers Company, col cilindro ad alta pressione di 42 pollici, e quello a bassa di 86 di diametro, valvole del tipo Corlis, corsa di 60 pollici, volante di 28 piedi di diametro e 240 libbre di peso. Ogni macchina può sviluppare a pieno carico 4000 cavalli consumando 12.75 libbre di vapore per cavallo indicato con la pressione di 175 libbre per pollice quadrato, il vuoto di 26 pollici e vapore secco col titolo 97 %.

Ogni alternatore ha la capacità di 2700 kw., è a induttore rotante, con 49 poli e un rendimento del 96.5 % con pieno carico e fattore di potenza uno. Funzionando a pieno carico ininterrottamente, la temperatura non si eleva oltre i 35° al di sopra dell'ambiente, e può sopportare momentanei sopracarichi del 100 %. Gli alternatori sono sei.

Nella stessa stazione vi sono anche due dinamo a corrente continua da 2700 kw., con un rendimento del 95.4 % a pieno carico. Il potenziale è di 600 volt.

L'altra stazione da menzionare è la Kent Avenue station, tutta per corrente continua, della potenza di 16,000 cavalli. Originariamente conteneva 4 dinamo della General Electric Company, da 1500 kw., che allora, sette anni fa, erano i più grandi generatori costruiti per trazione nel mondo. Più tardi vi furono installati due generatori Walker da 1600 kw. Recentemente vi è stato aggiunto un generatore Westinghouse da 2700 kw. Vi sono 36 caldaie Babcock e Wilcox alimentate a mano, e munite di economizzatori.

Tutti i treni della *Manhattan railway division* (*elevated*) della *Interborough rapid transit Company* sono alimentati da una stazione centrale sull'East River fra la 74ª e la 75ª strada. Questa stazione genera un sistema trifase a 11,000 volt: le correnti ad alto potenziale sono ridotte nelle sotto stazioni al potenziale di 390 volt, e poi trasformate da trasformatori rotanti in correnti continue al potenziale di 625 volt. La stazione è larga 204 piedi, si estende per 395 piedi

Digitized by Google

lungo la 74ª strada e per 413 lungo la 75ª strada. Il fabbricato è in ferro e mattoni resistente al fuoco. Materiali combustibili sono stati evitati anche nelle finestre, che sono di ferro, e tutte le parti in legno delle porte e delle divisioni negli uffici sono rivestite o di rame o di ferro galvanizzato. Solamente chi è stato negli Stati Uniti sa la paura che hanno colà degli incendi, la cura per fare costruzioni incombustibili, e l'abbondanza di mezzi per prevenire, estinguere, limitare il fuoco.

Una parete di mattoni separa la sala delle macchine larga 93 piedi da quella delle caldaie larga 104 piedi. Il macchinario di tutta la stazione è diviso in otto unità, ed ogni unità comprende una motrice e un condensatore, quattro batterie di caldaie, e una caldaia per le pompe. Le motrici sono Allis Chalmers da 8000 cavalli ciascuna. Ognuna ha quattro cilindri, due orizzontali a bassa pressione, e due verticali ad alta, formanti come due macchine in batteria azionanti le stesso alternatore, che è compreso in mezzo. I due sistemi motori sono calettati a 135 gradi l'uno rispetto all'altro, cosicchè ogni rivoluzione l'albero riceve due impulsi da ciascuno dei quattro cilindri, e il moto è veramente uniforme. I diametri dei cilindri sono 44 e 88 pollici, la corsa è 5 piedi, la velocità normale 75 giri. Le valvole sono del tipo Reynold-Corliss, e separati eccentrici fanno funzionare le valvole nei cilindri ad alta e a bassa pressione. In condizioni normali, alla pressione di 150 libbre, il consumo di vapore è inferiore a 13 libbre per cavallo ora indicato. L'acqua del condensatore è fornita da una pompa centrifuga accoppiata direttamente ad una macchina a vapore a un cilindro, e, in riserva, da una pompa duplux a stantuffo.

Le caldaie erano 64 del tipo Babcock e Wilcox, ma recentemente vi sono state aggiunte altre sei caldaie pel funzionamento di un turbo alternatore da 5500 kw. Sono disposte in due piani, otto di esse, quattro per piano, occupano lo spazio opposto ad una unità, e normalmente servono per alimentarla. Ognuna ha 5200 piedi di superficie riscaldante, e l'alimentatore meccanico ha 94 piedi quadrati di superficie di graticola. Con carbone da 14,000 B T'U per libbra, e con acqua a 188 Farenheit si ottengono 9.18 libbre di vapore per libbra di carbone alla pressione di 165 libbre. Ogni due batterie di caldaie vi è un economizzatore che scalda l'acqua di alimentazione. Nei primi tre mesi dell'anno 1904 la temperatura dell'acqua nella conduttura di città era di 1°.4 C; essa lasciava il serbatoio a 22°.1 e l'economizzatore a 83°.4 con un aumento di 61.3. Sedici ventilatori sono installati pel tiraggio forzato nel caso si volesse bruciare antracite. Il consumo di carbone durante l'inverno è circa 700 tonnellate al giorno.

Digitized by Google

Gli alternatori all'epoca dell'erezione dell'officina erano i maggiori costruiti per accoppiamento con motrici a vapore. Ognuno sviluppa normalmente 500 kw., ma per due ore può sopportare un sopracarico del 50 % senza che la temperatura cresca di oltre 55 gradi al di sopra dell'ambiente. Dal diagramma di carico del 18 gennaio del 1904 si rileva che la massima erogazione degli alternatori fu da 40,000 a 47,000 kw., la richiesta alla stazione fu maggiore, e 5000 a 6000 kw. furono dati dalla Kingsbridge station della Metropolitan street railway Company. Appunto per supplire a queste deficienze fu aggiunto un turboalternatore Parson. Al solito il traffico è massimo due volte al giorno, quando le persone si spostano il mattino dalla casa al centro degli affari, il pomeriggio in senso inverso; dalle 4 alle 6.5 del mattino, secondo il diagramma citato, il carico crebbe da 5000 a 40,000 kw.

L'armatura esterna dell'alternatore è alta 42 piedi, ed è formata di 6 pezzi. A carico non induttivo la corrente è 263 ampere. Ogni polo ha 4 fori per fase e 3 sbarre per foro. La corona induttrice ha 40 poli di acciaio laminato, il suo diametro esterno è 32 piedi, l'effetto come volano è quello di una massa di 370,000 libbre alla distanza di 11.7 piedi dall'asse. I rocchetti induttori sono tenuti in posto da pezzi di rame, che servono anche, col loro effetto magnetico, ad opporsi a brusche variazioni della velocità angolare. La corrente eccitatrice è di 225 ampere a 200 volt. L'effetto utile è stato alle prove 96.68 % a metà carico, 97.97 a pieno carico, 98.15 col 25 % di sopracarico. Per l'eccitazione vi sono 4 generatori da 1000 ampere, 250 volt, ciascuno accoppiato con una motrice tandem compound da 300 cavalli.

Tutti gli apparecchi di manovra e di misura sono collocati in due gallerie, l'una sopra l'altra. La superiore contiene gli interruttori degli alimentatori e i compartimenti contenenti le sbarre omnibus a cui sono connessi gli alimentatori delle sottostazioni. Nell'inferiore stanno gli interruttori ad olio degli alternatori, e gli strumenti. Gli interruttori degli alternatori sono forniti di un relais a tempo, che apre il circuito dopo che per tre secondi si è verificato un sopracarico del triplo della corrente normale, oppure di sei decim, della corrente normale. Le sbarre omnibus, isolate con nastro composto contenente 30 % di parafina per uno spessore di $\frac{9}{32}$ di pollice, sono sostenute da isolatori in porcellana provati a 40,000 volt. Ogni conduttore sta in un canale in muratura, ed anche l'interruttore di ogni fase è isolato in un compartimento di muratura. Gli interrut-

Digitized by Google

tori sono messi in moto da un motorino elettrico fatto funzionare da un piccolo interruttore nel quadro di manovra. Una batteria di accumulatori a 110 volt fornisce la corrente ai motori degli interruttori ad olio; i circuiti sono disposti in modo che la corrente viene interrotta automaticamente alla fine di ogni operazione. L'apparecchio per la messa in fase è fondato sul movimento di un indice, anzichè sull'accensione di una lampada: l'indice devia verso destra o verso sinistra secondo che la velocità è troppo grande o troppo piccola; quando la velocità opportuna è raggiunta l'indice è stazionario. L'interruttore deve essere chiuso quando l'indice sta per raggiungere la posizione centrale.

Tre convertitori a sei fasi da 800 kw., che forniscono corrente continua a 500 volt, sono installati per il funzionamento dei motori ausiliari e per l'illuminazione della stazione. I motori ausiliari servono pel trasporto del carbone e delle ceneri, per le pompe, i condensatori, gli apparecchi elevatori. L'illuminazione è fatta, nella sala delle macchine, con 1500 lampade da 16, in serie di 4 da 130 volt; nella sala delle caldaie con archi sussidiati da lampade ad incandescenza in alcuni punti.

Alla stazione sono adibite 300 persone, 14 per la direzione e gli uffici, 34 per gli apparecchi elettrici, 99 per le macchine, 130 per le caldaie, 16 manuali e 6 portieri. Le spese si ripartiscono così: 92.25 per cento per l'esercizio, 7.75 per cento per la manutenzione. Le spese di esercizio sono distribuite così: carbone a 3.15 dollari (L. 15.75) la tonnellata, 71 per cento; mano d'opera e diverse 20.88 per cento; acqua 7.7 per cento; olio, stracci, grasso, ecc., 0.42 per cento.

Ritengo istruttiva anche la seguente tabella, che fa vedere la differenza di consumi fra i mesi d'inverno e quelli d'estate, nei quali manca il riscaldamento delle vetture, che si fa elettricamente:

	Consumi in lugl. ag. sett. 1903	Consumi in gen. febb. marzo 1903
Kilovattora giornalieri . .	431,197	595,996
Libbre di carbone per kilowattora	2,649	2,610
Libbre d'acqua per kilowattora	23,21	24,17
Libbre d'acqua per libbra di carbone	9,00	9,27
Kilowattora per carro miglio	2,566	3,35
Wattora per tonnellata miglio	100,13	122,68
Kilowatt per carro per una corsa massima di 15 minuti	28,99	39,04

Digitized by Google

La *subway division* della *Interborough rapid transit Company* è collocata sul North River fra la 58ª e la 59ª strada. Essa è costruita per contenere undici alternatori da 5000 kw. e quattro turboalternatori da 1250 kw. Differisce dalle altre perchè le caldaie sono tutte quante in un piano. Per questa particolarità mi pare interessante riprodurre lo schizzo del prospetto di questa stazione (fig. 28). Il posto è per sei unità, ciascuna di 12 caldaie e due motrici. Di motrici ve n'ha nove, tipo Allis Chalmers, come nella

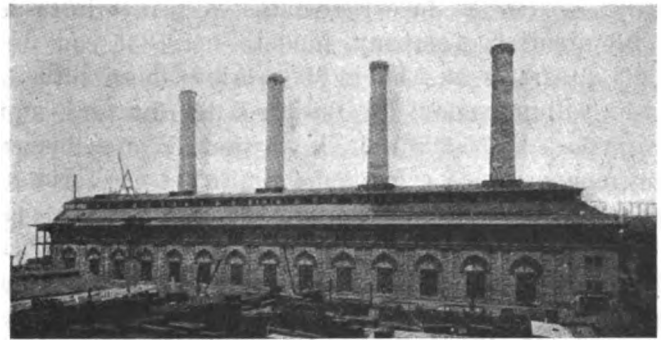


Fig. 28.

Manhattan station. Anche gli alternatori sono come quelli di questa stazione, tranne pochi dettagli. L'illuminazione generale della stazione è fatta con lampade Nernst.

La *New York Central and Hudson River Company* avrà due grandi stazioni per l'esercizio elettrico delle sue linee, che formerà il primo esempio in America di esercizio ferroviario, in cui treni pesanti fino a 500 tonnellate saranno trascinati mediante motori elettrici. Le stazioni saranno notevoli, perchè esclusivameute servite da turboalternatori. Ciascuna stazione avrà circa 30,000 kw.: finora sono state ordinate otto unità da 7500 cav. Le turbine saranno del tipo Curtis, con quattro serie di ruote verticali, con la velocità di 500 giri. I generatori saranno trifasi, da 11,000 volt, 25 cicli. La preferenza è stata data alle turbine per il minor prezzo, la minore area occupata e il minor consumo di combustibile garantito. I condensatori saranno esterni alle turbine: ognuno avrà 17,000 piedi quadrati di superficie dei tubi condensanti. Il vuoto mantenuto sarà di 28 pollici con acqua alla temperatura di 21° C. Anche le eccitatrici saranno mosse da turbine. Il vapore sarà soprariscaldato in tubi, che offriranno per ogni turbina la superficie di 1230 piedi quadrati.

Digitized by Google

Anche la *New York Terminus of the Pennsylvania and Long Island railroads* avrà due stazioni, una a Long Island, ed una a Weehawken N. J. Questa avrà 8 unità, quella 12 unità da 5500 kw. Ciascuna avrà poi impianti speciali di illuminazione, che serviranno anche per la illuminazione del tunnel e delle stazioni. Quella di Long Island, già prossima alla fine, avrà turboalternatori Westinghouse-Parson da 5500 kw.

***

BOSTON. — Per la luce ritroviamo in prima linea la Edison electric illuminating Company, fondata nel 1885 con un capitale di 100,000 dollari, e che ha oggi assorbito quasi tutte le piccole Compagnie d'illuminazione di Boston e dei dintorni, aumentando il suo capltale a 8,635,500 doll. Ritroviamo la distribuzione a corrente continua per luce e forza nei limiti del territorio della città, e la distribuzione a corrente alternata, 66 cicli, 2300 volt per i punti più lontani.

Tralasciando di parlare della vecchia stazione da 12,000 kw. per la bassa tensione, accennerò ad una stazione moderna che contiene turbine a vapore. Progettata per 12 unità, costruita per 4, ne ha già 2 in funzionamento della potenza di 5000 kw. ciascuna. Quattro unità costituiranno un complesso indipendente, e la stazione completa sarà formata da tre complessi simili. Il fabbricato ha l'ossatura di acciaio e il rivestimento di mattoni; la camera delle turbine è larga 68 piedi, lunga 650, alta 56.5. Sotto la sala delle turbine vi sono tre tunnel in muratura, che conducono acqua fredda ai condensatori. Due hanno la sezione di 56 piedi quadrati, uno di essi è lungo quanto il fabbricato, l'altro la metà: ciascuno serve per sei unità. Il terzo attraversa tutto l'edificio, ha una sezione di 78 piedi quadrati e serve per lo scarico di tutte le turbine. La sala delle caldaie per l'impianto attuale occupa uno spazio di 849 per 640 piedi. La camera delle ceneri è allo stesso livello di quella delle turbine e le caldaie sono sopraelevate di 18 piedi. Una porzione della camera delle ceneri che circonda il camino è riservata per i tubi di vapore. Le caldaie per una turbina sono disposte in fila in uno spazio normale alla sala delle turbine: il tubo di vapore passa lungo ogni serie di caldaie e va direttamente alla turbina allineata con quella serie. Questi tubi però sono anche in comunicazione con altri tubi trasversali, cosicchè ogni turbina può anche essere alimentata dalle caldaie vicine. Sopra le caldaie ancora sta il serbatoio di carbone, a cui il combustibile arriva dal magazzeno. Fra ogni due

Digitized by Google

serie di caldaie è alzato un camino che serve appunto per due gruppi. I camini sono fatti di mattoni radiali vuoti, alti 250 piedi; il diametro interno è 16 piedi in basso.

Gli apparecchi di manovra sono collocati fra la sala delle turbine e la vecchia stazione, cioè dalla parte opposta delle caldaie rispetto alle turbine, e sono completamente separati dalla sala delle turbine. Un'estremità della sala degli apparecchi è riservata agli uffici. Questo ambiente destinato agli apparecchi è diviso in tre piani: il primo contiene i cavi che vengono dagli alternatori e corrono in due canali lungo tutto l'edificio: il secondo è occupato dalle sbarre omnibus: il terzo dagl'interruttori ad olio. Nel centro dell'edifizio degl'interruttori, per una lunghezza di 120 piedi, un altro edifizio è disposto per gli apparecchi di misura e di manovra, tutti percorsi da corrente a bassa tensione. L'area complessiva è in ragione di 2.66 piedi quadrati per kw. Il magazzino del carbone può contenerne da 60,000 a 70,000 tonnellate, e può essere raddoppiato. In tal modo il carbone per tutto l'anno può essere ricevuto nei quattro mesi dell'estate, e vi è sempre riserva per caso di scioperi o tempeste.

Le caldaie sono Babcock e Wilcox da 512 cav. ciascuna, 225 libbre di pressione, con caricatori automatici Roney, 110 piedi quadrati di graticola, manovrati da motori a induzione. Non vi sono installati economizzatori, ma tutto è disposto per poterli installare quando sia ritenuto utile.

Le turbine sono della General Electric, tipo Curtis, con 4 ruote, e il condensatore situato direttamente sotto la loro base. Ciascuna occupa meno di metà dello spazio richiesto per una motrice a stantuffi da 1500 kw. I generatori trifasi dànno 60 cicli, 6900 volt, tensione multipla esatta di 115 adottata in tutti gl'impianti a bassa tensione. Le turbine fanno 414 giri e pesano 115 tonnellate, escluso il condensatore, che è del tipo a superficie di 20,000 piedi quadrati con quattro passaggi per il giro dell'acqua. L'acqua è messa in circolazione da una pompa centrifuga mossa direttamente da una macchina semplice orizzontale a vapore da 250 giri. Il vapore di condensazione è portato via da una pompa rotativa parimenti mossa a vapore. L'asse delle turbine è equilibrato per mezzo di pressione d'acqua a 900 libbre per pollice quadrato. Le grandi valvole sono mosse mediante motori.

Le sbarre omnibus sono in doppio, e di alluminio, e possono essere tagliate in sezioni, in modo che si può funzionare anche senza che tutti i generatori sieno accoppiati in parallelo. L'eccitazione è

Digitized by Google

prodotta da motori generatori a 125 volt, sussidiati da una batteria di 100 ampère di scarica per un'ora.

Questa stazione può funzionare in parallelo con la vecchia, il cui potenziale è stato innalzato mediante trasformatori. Le condotture aeree, che vanno ai distretti lontani, sono di alluminio, provate a 15,000 volt, cosicchè il potenziale potrà essere raddoppiato se lo sviluppo del consumo lo richiederà. Gli Americani, in generale, non adoperano volentieri gli alti potenziali, se non vi sono obbligati.

Il servizio delle comunicazioni in Boston è fatto dalla Boston elevated railway Company, che ha otto centrali per generare la corrente. Può avere un certo interesse conoscere qualche dato della più antica, che è la Allston power station, con 12 unità da 62 kw. Fu costruita per far correre la prima carrozza a Boston, il 1° gennaio 1889, con quattro macchine a vapore, orizzontali, tandem, a grande velocità, accoppiate a generatori bipolari. Le caldaie del tipo a tubi di fiamma sono allineate dietro le macchine ed alimentate a mano.

La più recente stazione è la Lincoln power station, con tre macchine da 4200 cav. verticali, accoppiate direttamente a generatori multipolari, i cui poli negativi sono connessi con la terra, mentre quelli positivi sono muniti d'interruttori.

Le linee suburbane di Boston erano servite da molte Compagnie, attualmente unite in trust, essendo le linee del sud raggruppate sotto il nome di *Old Colony street railway Company,* e quelle del nord sotto il nome di *Boston & northern street railway Company,* entrambi componenti la *Massachusetts electric Company.* Molte delle stazioni generatrici di tutte queste Compagnie, che erano 32, erano di piccola potenza, e quindi, avvenuto il loro consorzio, sorse subito l'opportunità di fare una grande stazione a corrente alternata, che fornisse energia a sottostazioni, in cui si generasse corrente continua. E nel 1903 fu deciso di costruire una centrale di 15,000 cav. con turboalternatori a Quincy M. Sarà anche costruita un'altra stazione a Fall River da 12,000 cav. In ambedue le centrali la corrente sarà generata a 13,200 volt, trifase, 25 cicli. Le sottostazioni saranno nove, dove la corrente sarà trasformata al potenziale di 350-370 volt per alimentare i convertitori rotanti. I trasformatori saranno del tipo trifase, mentre finora era norma in America adottare tre trasformatori distinti nelle singole fasi. I collegamenti fra le due centrali e le sottostazioni saranno fatti in modo che ogni centrale potrà servire varie combinazioni di sottostazioni.

Finalmente sarà costruita una stazione a Danvers, da 9000 cav.

Digitized by Google

***

SCHENECTADY. — La più degna di attenzione è la nuova centrale della General Electric Company destinata a fornire energia per i motori e gli esperimenti in quelle grandiose officine e, come riserva, all'impianto d'illuminazione e di trazione della città. La stazione è stata disegnata per produrre forza al massimo buon mercato e dimostrare la perfetta funzionabilità, sotto tutti gli aspetti, della turbina Curtis. Contiene tre di tali macchine, una da 500, una da 1500 e una da 2000 kw.

Il fabbricato è lungo 200 piedi, e alto 80, e diviso longitudinalmente in due parti. La sala delle caldaie è larga 80 piedi, e contiene 18 caldaie tubolari da 513 cav. con soprariscaldatori per 200 gradi. Il tiraggio è forzato, il caricamento automatico.

***

MONTREAL. — Giungendo a Montreal abbandoniamo le centrali a vapore, e cominciamo a vedere quelle ad acqua. Tre sono degne di nota, the *Chambly power house* e the *Lachine power house,* della *Montreal light, heat & power Company* per la distribuzione di luce e forza, e la stazione della *Shawinigan water and power Company* per la somministrazione di energia a Montreal e ad industrie vicine alla caduta.

La prima ottiene la sua forza dalle Chambly Rapids sul fiume Richelieu, ed è lunga 308 piedi e larga 50. Essa è progettata per una potenza di 23,500 cav. Vi sono 8 turbine Mc Cornick ad asse orizzontale, con le ruote accoppiate due a due, collocate in pozzi di 15 piedi, sopra tubi di aspirazione di 10 piedi di diametro, 15 piedi sopra il livello dell'acqua, ed utilizzano un dislivello di 33 piedi. Vi sono pure due piccole unità in pozzi di 8 piedi per l'eccitazione degli alternatori. I regolatori sono del tipo Lombard.

Gli alternatori direttamente accoppiati sono da 2200 kw, 152 giri, 66 cicli, 2200 volt, bifasi. Quattro sono a induttore rotante della ditta General electric, e quattro del tipo Stanley a induzione. Le due eccitatrici sono da 300 kw, 125 volt, 250 giri.

Da ciascun generatore cavi isolati con carta, e protetti da piombo, portano la corrente ad isolatori ad olio manovrati a mano; da questi la corrente va alle sbarre omnibus, cui sono collegati 5 gruppi di trasformatori a ventilazione forzata, Westinghouse, ciascuno della

Digitized by Google

potenza di 5500 kw. Questi trasformatori, per mezzo di una connessione a T generano un sistema trifase a 25,000 volt. La corrente ad alta tensione passa per un interruttore a coltello, e va per mezzo di conduttori isolati con carta alle linee aeree, che escono da un edifizio speciale attraverso tubi di vetro di 2.5 pollici di diametro applicati ad un telaio di legno duro bollito nella paraffina.

La seconda delle stazioni nominate attinge l'acqua dal fiume S. Lorenzo fra l'isola di Montreal e il banco sud del fiume. Il salto è tra 16 e 17 piedi, ottenuto con canale derivato parallelamente al fiume, della lunghezza di circa 1000 piedi in un punto in cui il fiume scende per una serie di rapide. Vi sono 6 turbine verticali, ciascuna composta di 6 ruote, ed azionanti dinamo trifasi da 750 kilowatt, 60 periodi, 5000 volt, 180 giri. Le eccitatrici sono mosse da turbine separate. Sono da 75 kw, 120 volt, 660 giri. La caduta di acqua, specialmente durante l'inverno, è variabile, e perciò, per mantenere costante la tensione, si varia l'eccitazione degli alternatori, facendo variare il potenziale delle eccitatrici, che può essere portato da 90 a 175 volt. Pertanto il ferro degl'induttori degli alternatori nelle condizioni normali è lontano dalla saturazione. Gl'interruttori hanno il relais di sovracarico.

Questa stazione, per le condizioni peculiari della caduta, è molto lunga (1000 piedi), e perciò è stato necessario prendere speciali precauzioni per assicurare il buon servizio. Notiamo fra l'altro un sistema di segnalazione fra il sorvegliante delle turbine e l'operatore al quadro, che anche dal suo posto può mettere in moto e fermare qualunque turbina, comandando i due regolatori, che sono anche in questa stazione del tipo Lombard. Queste due stazioni servono attualmente 5 sottostazioni, in cui la corrente è trasformata in un sistema bifase o trifase a 2400 volt. La corrente a 2400 volt, ancora trasformata in corrente a 4800, alimenta circuiti in serie di lampade ad arco.

La terza delle stazioni idrauliche di Montreal è particolarmente interessante per l'elevato potenziale, a cui è innalzata la corrente. Essa sta vicina alle cadute di Shawinigan, comprese fra due laghi, in corrispondenza della cui cresta il fiume (San Lorenzo) si restringe a 600 piedi con una profondità di 20 piedi, offrendo così ottime condizioni per l'impianto di una stazione generatrice. L'altezza è circa 150 piedi.

La stazione contiene attualmente tre paia di turbine, ciascuna composta di un paio di ruote Francis in cassa d'acciaio, sviluppante colla velocità di 180 giri la potenza di 6000 cav. Le prime due

Digitized by Google

furono costruite dalla I. P. Morris Company di Filadelfia, regolate da valvola a farfalla; la terza dalla ditta Escher, Wiss & C. di Zurigo, con servomotore idraulico.

I generatori sono a induttore mobile, 3750 kw, 30 cicli, bifasi, 2200 volt; i primi due della Westinghouse Electric & Manifacturig Co., di Pittsburg, il terzo della ditta Dick, Herr & C., di Londra.

Vi sarà installata una terza unità da 10,500 cav., che prenderà acqua da un pozzo di 12 piedi di diametro. La parte mobile sarà composta di due ruote riunite pel dorso: l'acqua entrerà per il centro, e si scaricherà dai due fianchi. La costruzione è affidata alla Casa I. P. Morris, di Filadelfia. Il generatore sarà della Casa Westinghouse. La corrente per luoghi non molto lontani è innalzata al potenziale di 25,000 volt, e mantenuta bifase; per i luoghi più lontani è innalzata a 50,000 volt, trifase. I trasformatori sono collocati in un edifizio apposito dietro la casa delle macchine. Allego la vista dell'interno di questa casa dei trasformatori (fig. 29). Essi sono isolati con olio e raffreddati con acqua. Ciascuno ha la capacità di 1110 kw. Merita menzione un apparecchio annesso ad ogni trasformatore per evitare i pericoli di esplosioni od incendi: esso è stato disegnato da Mr Ralph. D. Mershon ed è descritto nel *Cassiers's magazine* (1904). I conduttori che vanno dai trasformatori alle sbarre omnibus ad alta tensione hanno solamente interruttori a coltello da manovrarsi a vuoto.

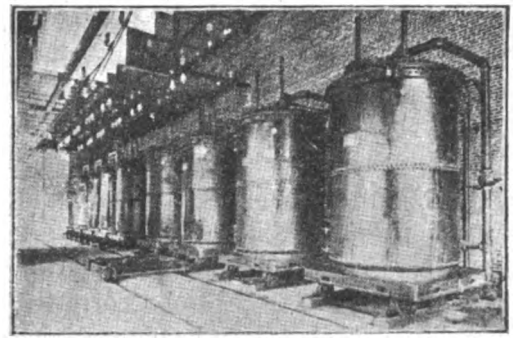


Fig. 29

La stazione generatrice di corrente per la trazione elettrica in Montreal invece è a vapore, ma può anche ricevere energia dalle stazioni idrauliche. Essa è divisa in quattro sezioni: una per le motrici, una per le macchine che ricevono l'energia dalle stazioni idrauliche, due per le caldaie.

Le motrici sono 6 macchine compound Corliss a condensazione da 650 cav. ciascuna, una Corliss da 3400 cavalli, una Corliss da 1600 cav., tutte della Laurie engine Company di Montreal e una Corliss da 1600 cav. della Pennsylvania iron Company di Filadelfia. Ogni macchina ha due regolatori, uno del tipo Porter, che mantiene

Digitized by Google

la velocità entro il 2 per cento, e uno che chiude l'entrata del vapore appena la velocità superi di un decimo la normale. Ogni motrice da 650 fa funzionare due dinamo da 200 kw; le altre muovono un generatore da 1500 kw della General electric Company e due generatori da 800 kw della Canadian general electric Company.

Studiato con grande cura e montato egregiamente è il quadro delle manovre, per cui lo scrittore della nostra guida ha potuto scrivere giustamente: « Here all the vast machinery with its great power is under absolute control. With a touch of the hand the mysterous power is sent on its way to perform its Herculean feats, and with the same ease its influence is rendered negative. There are many delicate instruments displayed here, the value of wich is only intelligible to the scientific mind ». Le quali parole rivelano due lati caratteristici dello spirito americano: il loro entusiasmo schietto e il loro spirito pratico. Gli Americani non guardano senza una commozione interna quei grandiosi impianti, che rappresentano il più sicuro dominio dell'uomo sulla natura, e che sono per essi la dimostrazione della loro forza economica e di organizzazione sopra tutte le altre nazioni del mondo. Taluno, stanco della vita dei nostri vecchi paesi, può anche chiamare primitivi questi entusiasmi, che sono invece per gli uomini di spirito sano l'espressione di anime, i cui sentimenti non furono corrotti dai mali di una civiltà antica, e il sintomo che quel popolo correrà ancora molto lontano sulla via del progresso in ogni ramo dell'umana attività. L'altro lato del carattere americano, che rivelano quelle parole, e che conferma la conversazione con tutti i tecnici di colà, è lo spirito pratico della loro cultura. I tecnici si specializzano ciascuno in un ramo relativamente ristretto, e lasciano ai teorici tutto quanto, anche in quel ramo, vi ha, che non rappresenti immediate applicazioni. Così per essi anche gli apparecchi manovratori di un quadro sono apprezzabili solamente da spirito scientifico. Così per essi la scienza comincia, dove per noi è ancora tecnica, quella delicata, se vuoi; e da ciò che la scienza è presso di noi, sono ancora lontani.

Poichè mi sono permesso questa osservazione, aggiungo che constato, non giudico: io penso che ciascun popolo ha le sue attitudini e il suo valore, nè credo sarebbe utile il tentativo di americanizzare l'Italia, come essi non pensano d'imitare noi. Nella nostra strada, anche per quanto riguarda l'elettricità, abbiamo raccolto i nostri allori, che non sono nè inferiori nè superiori ai loro; gli uni e gli altri spandono un grande profumo sull'altare del genio della umanità, e rappresentano entrambi opere degne, per cui l'umano

Digitized by Google

genere vive meglio, ha aumentato i suoi rapporti, e un giorno anche si amerà di più.

Tornando alla stazione della Montreal street railway Company, aggiungo che l'energia idraulica vi proviene a 5000 volt dalla Montreal light, heat and power Company, 17 miglia lontano. Essa è impiegata per ottenere corrente continua mediante unità motori-generatori da 500 kilowatt di corrente continua, messe in moto facendo funzionare il generatore come motore.

Le caldaie costituiscono due sezioni, delle quali una ne contiene 16 da 250 cavalli della Daniel Adamson & C., di Dukinfield (Inghilterra) e l'altra ne contiene 6, Babcock e Wilcox, da 250 cav. e 6 Lancashire da 300 cav. Uno dei due camini è il più alto della città, 256 piedi sopra la graticola, col diametro interno di 12. Per paura del fuoco le porte sono di cemento.

***

NIAGARA FALLS. — E giungiamo alle grandi cascate, dove non sai se ammirare di più le forze brute della natura o l'ingegno degli uomini, che le domina e le dirige per il maggior benefizio di intere regioni; perchè la corrente generata in quelle immense centrali va lontano in ogni senso, e illumina città, e raffina metalli e accende fornaci, e fa correre treni, e anima officine, e tutto avviva e fonde e trasporta senza esigere limiti nè di velocità, nè di tempo, nè di potenza, forma tenuissima di energia, che si lascia trasformare dall'uomo in tutte quelle, meno tenui, da cui egli possa trarre la soddisfazione di ogni suo bisogno.

Le centrali del Niagara appartengono a quattro compagnie: le nomineremo per ordine di anzianità:

Niagara Falls Hydraulic power and manifacturing Company. — Nasce da una compagnia antica, che aveva cominciato l'utilizzazione dell'energia idraulica del Niagara già prima che si costruissero turbine per alte cadute e centrali elettriche. Le stazioni di questa compagnia sono tre, l'ultima delle quali è in costruzione.

La prima, già del 1881, servì per installare macchine destinate ad accendere lampade ad arco per l'illuminazione di una strada e di un magazzino. Essa è uno dei primi esempi di stazioni elettriche con scopo commerciale.

La seconda offre un particolare interesse per il grande numero e la grande varietà delle macchine destinate a fornire corrente ad officine, che hanno tutte diverse esigenze, sia per la distanza dalla

Digitized by Google

centrale, che per la natura delle sue industrie. Fu costruita in due epoche: la prima sezione contiene 4 turbine Leffel a doppio scarico, con una capacità complessiva di 6850 cav. Due sezioni furono aggiunte dopo constatato il buon successo della prima, e queste attualmente contengono 16 turbine, la capacità di 15 delle quali varia da 1600 a 3500 cav., mentre la capacità complessiva è di 34,000 cav.

Sono particolarmente interessanti le dinamo per grandi intensità destinate a società di elettrochimica. Ve n'ha alcune da 5000 amp., 175 volt; 3100 amp., 325 volt; 2500 amp., 300 volt. Vi sono anche alternatori trifasi da 11,000 volt, 100 kw, la cui corrente in parte è inviata ad alto potenziale sopra una lunga via aerea.

Il quadro di distribuzione di una stazione così complessa merita anch'esso attenzione, formato com'è di 32 tavole di marmo e contenente interruttori tra i più grandi che vengano costruiti.

Una terza stazione sarà compita presto, lunga 350 p., larga 90, e conterrà macchine per una capacità di 100,000 cav. Una sola tra esse ne svilupperà 8000, sarà ad asse orizzontale, farà 300 giri, e genererà corrente trifase a 11,000 volt, 25 cicli. Un muro longitudinale separerà completamente le turbine dalle generatrici.

Fig. 30.
Impianto della Niagara-Falls P. C. (P).

Niagara Falls power Company. — Questa è la società che ha costruito la grandiosa centrale con macchine da 5000 cav., i cui caratteri son noti ad ogni elettricista, cosicchè non credo necessario indugiarmivi (fig. 30). Attualmente sono due le centrali di questa società, ambedue derivate dalla caduta degli Stati Uniti, poco diverse nel tipo; la prima con 10, la seconda con 11 generatori da 5000 cav. La corrente è generata al potenziale di 2200 volt, bifase, 25 cicli, 250 giri. Ogni generatore è collegato alle sbarre omnibus, dalle quali partono linee per tre categorie di servizi: quelli a piccola di stanza, che utilizzano la energia nella stessa forma in cui è generata, quelli a media distanza, per i quali il potenziale è innalzato a 11,000 volt, ed i più lontani, per i quali il potenziale è innalzato a 22,000 volt. Allo scopo di risparmiare il rame nelle condutture, oltrechè il potenziale, vengono

Digitized by Google

cambiate le fasi, ottenendosi dal sistema bifase un sistema trifase, e tornando poi al bifase nel luogo dell'utilizzazione (1).

Canadian power Company. — Questa è una compagnia alleata della precedente, e sta costruendo una centrale sulla caduta Canadese, simile alle due precedentemente descritte, salvo che conterrà generatori trifasi da 11,000 volt, 25 cicli, 120 giri, 10,000 cav., parimenti ad asse verticale, induttore rotante. Ad impianto completo le

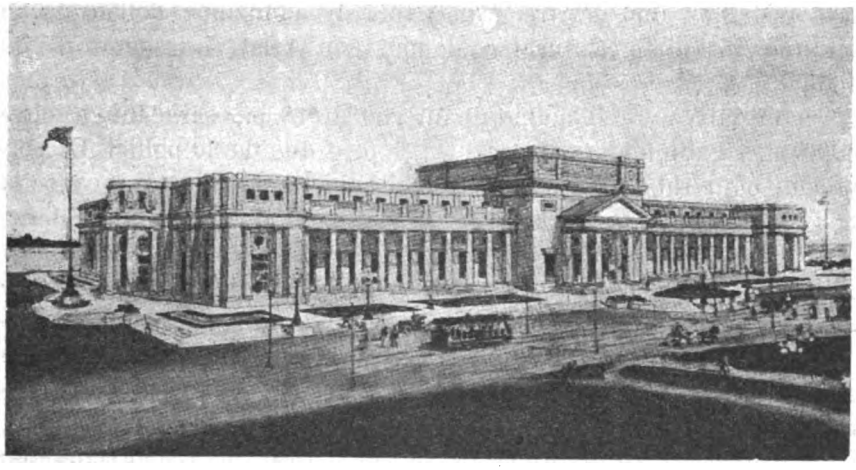


Fig 31.

macchine saranno 11. Il potenziale sarà sopraelevato, secondo le distanze, fino a 22,000, 40,000, 60,000 volt. La compagnia ha intenzione di far funzionare la stazione in parallelo con le altre due della Niagara power Company, per assicurare in ogni caso la continuità del servizio agli abbonati.

The electrical development Company of Ontario. — Fondata il 29 gennaio 1903, avrà una grande stazione lunga 500 p., larga 70, alta 40, con 11 generatori da 8000 kw trifasi, 12,000 volt, 25 cicli, 250 giri, induttore rotante con 12 poli. Ciascuno peserà 400,000 libbre, la sua parte rotante peserà 141,000 libbre. Particolarmente notevole in questa stazione sarà la ricchezza della facciata, in stile Rinascimento, di cui allego lo schizzo (fig. 31); altra dimostrazione del sentimento di poesia, di cui gli Americani circondano questi grandiosi monumenti caratteristici dell'età nostra, che non rivolgimenti

(1) Vedi anche l'articolo del prof. Lombardi, pag. 494.

Digitized by Google

di popoli o nequizia di tiranni varranno ad abbattere, perchè sono opere di pace e di civiltà umanitaria.

The Ontario power Company. — Possederà una stazione, parimenti nel territorio Canadese, che assomiglierà più alle nostre della Lombardia. L'acqua vi sarà condotta da un lungo tubo, che permetterà di utilizzare alcune rapide oltre le cateratte, cosicchè il salto utile sarà di circa 200 p., anzichè circa 150. La capacità totale sarà di 135,000 kw; immediatamente saranno fatti i lavori idraulici, sarà installato uno dei tre grandi tubi di adduzione dell'acqua, e saranno installate 6 turbine doppie con relativi generatori da 10,000 cav.

Ogni tubo avrà il diametro interno di 18 p., sarà lungo oltre 6000 p., ed alimenterà 6 pozzi da 9 p. e due da 30 pollici. La portata di ogni tubo sarà di 3900 piedi cubici al secondo, e la velocità nel tubo sarà 15 p. Le lamiere che formano il tubo saranno di acciaio di mezzo pollice di spessore.

Ogni turbina avrà il diametro di p. 6.5 alla periferia della parte mobile e farà 187.5 giri; le turbine saranno doppie.

Le eccitatrici e i regolatori ad olio della velocità delle turbine saranno in una speciale galleria, donde si presiederà al funzionamento della stazione.

I generatori saranno da 12,000 volt, trifasi, ad asse orizzontale: il basamento misurerà p. 26.7 per 20.2. Lo spazio occupato da ogni generatore col suo paio di turbine sarà di 29 per 49 p. La parte girante peserà tonn. 82.5; tutta la macchina 204.6. L'induttore avrà 10 poli e un diametro di 15 p. 2.5 pollici. Il diametro esterno dell'armatura sarà di 21 p., 6 pollici: il diametro dell'asse 21 pollici.

Ogni 6 generatori vi saranno 2 eccitatrici da 500 cav. a 250 volt. Serviranno anche per le lampade, motori, interruttori, accumulatori. Una sola basterebbe per l'eccitazione.

I generatori saranno comandati dalla stazione di trasformazione e di distribuzione 550 p. lontano. Nella casa della forza staranno gli interruttori delle eccitatrici, ed i relais di tempo per proteggere i generatori da sopracarichi. Anche le valvole di ammissione dell'acqua ai pozzi delle turbine saranno manovrate da motori ad induzione.

La stazione di distribuzione, per soddisfare allo scopo delle manovre, conterrà gli strumenti indicatori per ogni generatore, e sarà collegata col telefono alla casa della forza. Gli interruttori ad olio saranno separati in celle, del tipo a stantuffo verticale, e messi in moto da elettromagneti.

Digitized by Google

Anche i trasformatori saranno dei maggiori costruiti finora; da 2500 kw. Ciascuno peserà 40 tonn.: immersi nell'olio e raffreddati con acqua, di cui 10 galloni dovranno circolare ogni minuto in ogni cassa.

*
* *

CHICAGO. — Omettendo di parlare di stazioni relativamente piccole per la trazione e di vecchie stazioni per luce di minore interesse, mi indugierò sopra una colossale stazione di tipo moderno della *Commonwealth Electric Company*, la Fisk street station, di cui credo anche opportuno allegare uno schizzo (fig. 32). Essa sorge presso a poco nel centro di un'area di 14 acri, con una media larghezza di 600 p., bagnata nella parte sud dal fiume Chicago, lontana tre miglia dal centro del distretto degli affari.

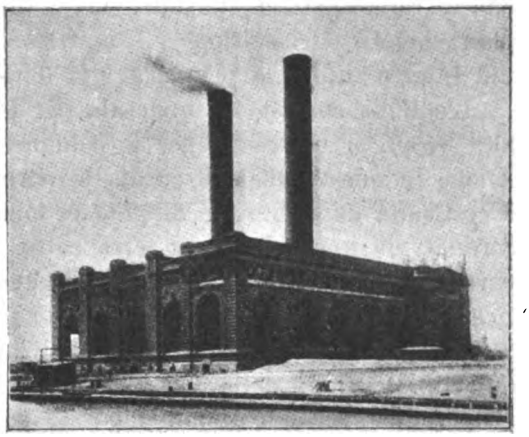


Fig. 32.

Com'è attualmente costruita, consiste di una sala delle caldaie di 199 per 165 p., una sala di turbine di 225 per 65, ambedue in acciaio, e una sala per gli interruttori di 140 per 50. Gli edifizi sono disegnati per raggiungere una capacità uguale a tre volte e mezzo l'attuale.

Ogni unità, dal serbatoio di carbone all'ultimo gruppo di interruttori, è indipendente dalle altre, per localizzare qualunque danno appena sia manifesto al manovratore. Attualmente sono installate tre di queste unità; il completo impianto ne conterrà 14. Ogni unità consta di 8 caldaie Babcock e Wilcox da 512 cav., con alimentatori automatici Meade.

Il generatore è un turbo-alternatore da 5000 kw., 500 giri, tipo Curtis (V. pag. 600, fig. 65), 180 libbre di pressione, 9000 volt., con nessione a triangolo. La regolazione avviene automaticamente permezzo di un organo che apre o chiude 36 piccole valvole di vapore. La parte rotante, che pesa 70 tonn., è sostenuta mediante olio alla pressione di 1000 libbre. In questo breve cenno non credo opportuno aggiungere altri particolari, che del resto sono molto simili a quelli delle altre stazioni finora descritte.

Digitized by Google

*
* *

ST.-LOUIS — Anche a St-Louis un consorzio di quattro società esercenti la distribuzione di luce e forza ha condotto ad una riorganizzazione dei servizi sulla base di generazione di corrente in grandi centrali ad alto potenziale e trasformazione mediante convertitori rotanti in sottostazioni distribuite nei centri di consumo. La nuova società è la *Union Electric light and power Company,* che esercita quattro stazioni: la Ashley street plant, l'imperial plant, la Missouri station *A* e la Missouri station *B*. Più grande e più interessante è la prima, di cui darò qualche particolare.

L'edificio consiste di una sala per le macchine di 319 per 78, alta 84 p., e una sala per le caldaie di 319 per 96, alta 117 p. Anche in quest'edifizio è curata la parte architettonica: la facciata è costituita da una serie di pilastri ionici, con archi a tutto sesto, coronati da una cornice in terra cotta. Mi sia lecito osservare fra parentesi che l'architettura classica è quella che più amano gli Americani: ne sono stata prova manifesta gli edifici dell'Esposizione di St-Louis, dove nessuna baroccheria moderna di stili nuovi ha conquistato il campo delle classiche nobili forme greche e romane: un altro indice, secondo il mio modesto parere, della vera e sana forza dello spirito americano. Anche l'interno della stazione è decorato opportunamente: vi si ripete il motivo degli archi con colonne, anzichè pilastri, in corrispondenza della galleria degli interruttori.

Vi sono installate cinque macchine costruite dalla Allis Chalmers Company, accoppiate direttamente ad alternatori Westinghouse, due da 1500 e tre da 3000 kw. Le motrici sono del tipo verticale Reynold Corliss; i generatori sono montati fra i due cilindri e adiacenti ai volani, il cui peso è 150,000 libbre per 1500 kw e 31,000 per 3000 kw. I giri sono 75; la pressione 180 libbre. Il peso delle motrici maggiori è 120,000; quello delle minori 60,000 libbre. Lo spazio occupato 31 per 46 p. per le maggiori, 25 per 38.5 per le minori. Le cinque unità con i condensatori e le eccitatrici occupano uno spazio di 204 per 78; sono anche state installate due turbine a vapore, ciascuna delle quali occupa uno spazio di 17 per 20 p., sviluppando 2000 kw.

Le caldaie finora sono sei del tipo marino a focolaio interno, e sono stati fatti i contratti per altre due caldaie di questo tipo, e 40 a tubi d'acqua. Le prime hanno il diametro di 11 per 6 pollici. Ognuna contiene due focolai da 40 pollici ed uno da 50 pollici

Digitized by Google

lunghi 7 per 6 pollici. Questi focolai terminano posteriormente in una camera di combustione, da cui partono tubi di fuoco in numero di 408. Ogni caldaia ha un alimentatore automatico tipo Yones, capace di bruciare un minimo di 2800 libre di carbone per ora, nelle quali condizioni vengono evaporate 21,000 libbre d'acqua per ora. Gli alimentatori esigono il tiraggio forzato.

Ogni unità ha il suo condensatore a superficie, con 11,000 p. q. di superficie condensante per le unità da 3000 kw. Vi sono anche economizzatori del tipo Green, uno per ogni 13 caldaie, consistente di nove aggregati di 20 sezioni, ogni sezione avendo 14 tubi da 12 p. Ogni economizzatore può innalzare ogni ora di 130 F. la temperatura di 170,000 libbre di acqua mediante gas entranti a 500 F.

I generatori sono trifasi, 25 cicli, 6600 volt, con eccitazione a 100 volt.

L'armatura è montata in modo da permettere un scorrimento orizzontale sufficiente per scoprire i poli.

Ecco alcuni dati di queste macchine:

	Generatore da 1500 kw	Generatore da 3000 kw
Eccitazione a pieno carico col fattore di pot. uno	200 amp.	260 amp.
Rendimento col fattore di potenza uno (a pieno carico)	95	95.5
Id. id. (a tre quarti di carico)	94	95.5
Id. id. (a mezzo carico)	91.5	94.25
Aumento di velocità da pieno a nessun carico	8 %	8 %
Aumento di temperatura con fattore di potenza da 0.90 — 1 (pieno carico)	40 C.	40 C.
Id. id. (25 % di sopracarico)	50 C.	50 C.
Id. id. (50 % di sopracarico)	60 C.	60 C.

Questa stazione conterrà pure quattro turbine da 5000 kw. verticali, tipo Curtis, che occuperanno, compresi gli apparecchi accessorî, uno spazio di 90 per 54 p.

Gli apparecchi di manovra dovranno, a stazione completa, servire per 11 unità, 31 feeders ad alto potenziale. Stanno in una galleria a 5 piani.

Digitized by Google

Gli impianti per la trazione a St-Louis dispongono di quattro stazioni a corrente continua e uno a corrente alternata.

La Central Station ha tre motrici senza condensazione, tandem, compound, 150 giri, azionanti generatori da 600 kw, 600 volt; quattro macchine cross-compound Fulton Iron Works, con condensazione, 75 giri, accoppiate a generatori da 2500 kw; due motrici come le precedenti da 1500 kw. Le caldaie sono 16 O. Brien, da 400 cav., a tubi d'acqua, con alimentatori a catena Green e purificatori Hoppes; 8 Stirling da 325 cav.; 6 Stirling da 400 cav.

La Northern Station ha due macchine Fulton Iron Works da 2250 kw; altre due dello stesso tipo accoppiate ad alternatori trifasi da 1200 kw, 25 cicli. Le caldaie sono 16, O. Brien, da 400 cav.

La Geyer Avenue Station ha una macchina da 800 kw, Allis; una Hamilton Corliss con generatore Westinghouse da 500 kw; una Allis con generatore General Electric da 1500 kw; una Porter Allen da 400 kw, una Allis da 1050 kw; una Allis da 600 kw.

Le caldaie sono sette Heine da 500 cav.; quattro Babcock e Wilcox da 300; due O. Brien da 250; nove Heine da 250.

La Cass Avenue Station ha tre macchine Allis con generatori G. E. da 800 kw; una Allis con generatore G. E. da 140 kw. Le caldaie sono 16, Hawley, da 200 cav.

***

PITTSBURG. — Noto soltanto la stazione per la distribuzione della luce, dove ritroviamo macchine a vapore azionanti alternatori bifasi da 1500 kw. La capacità attuale di questa stazione è 9000 kw.

***

WASHINGTON. — E giungiamo nella città dell'eleganza in tutte le manifestazioni della vita moderna, compresi gli impianti elettrici: la Wireless, come dicono gli Americani, perchè le condutture sono tutte sotterranee, nel centro, tanto per la luce che per i trams, Ma non troviamo i colossi delle maggiori metropoli, cosicchè abbiamo poco da osservare dopo le visite a New-York, a Boston, a Chicago. Ritroviamo per servizio di trazione i generatori della G. E. a 600 volt, 525 kw; per la luce e la forza un vecchio impianto bifase, che viene trasformato a poco a poco in impianto trifase, del quale possiamo ammirare una turbina da 2000 kw. della Potomac Electric Company.

Digitized by Google

*
* *

PHILADELPHIA. — La *Rapid Transit Company* dispone di 11 stazioni generatrici, che le servono per fornire corrente ai carri, che corrono sulle linee a livello, quelle sopraelevate e quelle sotterranee.

La totale potenza delle stazioni è 35,150 kw e sarà portata a 43,100. Ad eccezione di una, che ha turboalternatori, queste stazioni hanno generatori a corrente continua mossi da macchine, generalmente a piccola velocità.

Più interessante è la stazione della Philadelphia Electric Company, sopra un'area che consente uno sviluppo fino a dieci volte l'attuale, della superficie di nove acri, con una fronte di 1304 p. sul fiume Schuylkill, fra due linee ferrate, la Pennsylvania Railroad e la Baltimore & Ohio Railroad. La stazione fu al solito disegnata in modo che potesse essere ingrandita sempre in una direzione fino all'occupazione di tutto il terreno disponibile. La prima sezione fu cominciata 320 p. dal fiume in modo da lasciare il posto per due grandi magazzini di carbone alle due estremità dell'impianto completo. Il camino è esterno e colossale, alto 275 p., col diametro di 18 p. in sommità e 23 alla base.

Come grandezza delle unità fu scelta quella massima che si potesse usualmente avere in commercio, e fu deciso di aggiungere anche le mezze unità per ottenere un esercizio economico durante il periodo di diminuzione del carico nella stazione. L'unità completa fu quindi scelta di 5000 kw, la mezza di 2000 kw; ambedue queste unità sono costruite per un sovracarico del 50 per cento.

I generatori sono bifasi, da 6000 volt, ad induttore mobili; i motori del tipo a induzione sono avvolti per 6000 volt; i generatori di corrente continua sono per 305 volt.

Una piccola eccitatrice a vapore serve per generare corrente quando all'avviamento non si potesse disporre di corrente dalle linee. Queste eccitatrici sono collocate nel piano delle motrici. Nel primo mezzanino sono disposti gli interruttori della corrente eccitratrice, gli interruttori ad olio e i trasformatori per gli apparecchi. Nel secondo mezzanino sono gli interruttori ad olio di riserva, uno dei quali è sempre in serie con l'interruttore del piano inferiore, ed è anche adoperato come selettore per ognuna delle sbarre omnibus, che sono separatamente disposte nei mezzanini superiori in compartimenti di muratura; anche il quadro di manovre sta nel secondo mezzanino.

Digitized by Google

La sala delle caldaie è a due piani, con un serbatoio di carbone superiore e un comune piano per le ceneri. Tra le caldaie e le motrici sono disposte le pompe.

Nella prima sezione delle caldaie ve ne saranno installate 32 da 630 cav. circa. Sono in batteria di due, e così disposte che tutte le pareti possano essere esaminate. Hanno una doppia alimentazione, una direttamente dal serbatoio di acqua calda, una per mezzo di iniettori dal serbatoio generale in caso di bisogno. Il serbatoio di carbone è diviso in sezioni per evitare le conseguenze disastrose di un incendio. Tutte le porte fra l'edifizio delle macchine e quello delle caldaie sono a prova di fuoco.

Le unità di 2000 kw sono mosse da macchine cross-double-tandem-compound Wether Corliss; quelle da 5000 da compound verticali e orizzontali Reynold Corliss della Allis Chalmers Company. Il condensatore per le prime è del tipo a getto; per le seconde è Weiss con iniettore.

I cavi sono tutti in condotti di terra cotta. Ve n'ha due categorie da prendere in considerazione; quelli che partono o vanno ai generatori e quelli feeders che escono dalla stazione. Questi sono disposti in gruppi di sei, vanno al piano terreno ed hanno interruttori a coltello.

Credo sia gradito riprodurre una chiara sezione di questa stazione (fig. 33).

*
* *

Riassumendo, il tipo standard delle stazioni americane è un aggregato di unità grosse, ciascuna formata da due o tre complessi motori generatori, ogni unità potendo funzionare indipendentemente, o in parallelo con le altre. Ciascun complesso potrebbe costituire una stazione a sè; per supplire allo sviluppo del consumo non si deve fare altro che accrescere il numero di questi complessi. Il tipo di macchina è indifferentemente quella a stantuffi, o la turbina: ora tendono a prevalere queste ultime, e i possessori delle altre si affrettano alla trasformazione. Talvolta alle unità grandi si aggiunge qualche macchina, che sviluppi metà potenza; una mezza unità. Il sistema di correnti è bifase o trifase; ma attualmente prevale quest'ultimo, e il primo a poco a poco gli cede il posto. La frequenza è generalmente 25 cicli. Il potenziale più spesso è limitato a 6000, raramente è spinto a 12,000 volt nelle centrali a vapore. Ogni macchina invia la sua corrente a sbarre omnibus, dalle quali essa può essere, quando si vuole, deviata, e le sbarre omnibus delle varie stazioni possono essere tal-

Digitized by Google

volta collegate elettricamente, formandosi così una vera rete di conduttori, che sono la sorgente della luce, del moto, della forza, della vita della città. Essi sono sempre pronti dì e notte di tutti i

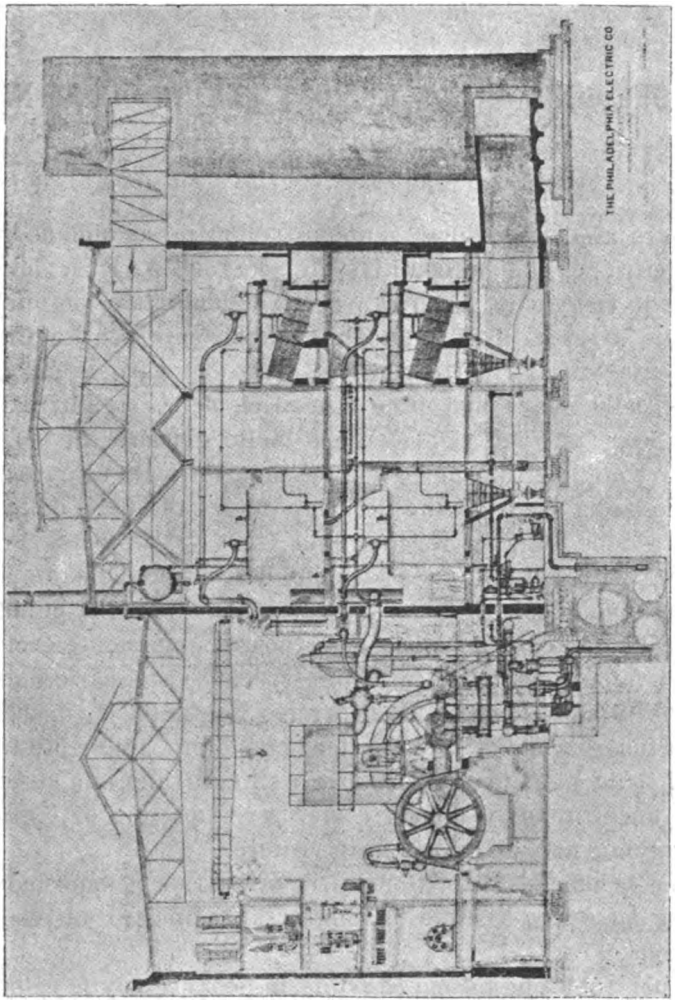


Fig. 33.

giorni dell'anno a fornire energia; i colossi che li alimentano si danno il cambio, ed hanno le loro ore di riposo durante le quali riacquistano la lena per lavorare ancora.

L'energia ad alto potenziale arriva alle sottostazioni e viene trasformata, per lo più in corrente continua, talvolta in corrente alternata, col potenziale e con la forma adatta ai singoli scopi.

Digitized by Google

N. 34.

IV.

Ing. A. PICCHI

LE OFFICINE DI COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

Il dare una descrizione completa delle grandi officine di costruzioni elettriche, che la comitiva di soci dell'A. E. I. ha visitato durante il viaggio in America, sarebbe già difficile compito quando tali visite avessero avuto una durata sufficiente per esaminare diligentemente tutti i riparti, rendersi conto dei vari sistemi di fabbricazione, delle nuove macchine operatrici, della organizzazione del lavoro, ecc. Tutto ciò richiederebbe molte giornate di permanenza in quegli stabilimenti, mentre noi potemmo dedicare solo tre o quattro ore per ciascuna ad officine dell'importanza di quelle della Westinghouse e della General Electric Co.

Dovrò perciò limitarmi a fare una descrizione generale delle officine, basandomi, oltrechè sui ricordi personali, sulle pubblicazioni ricevute in dono in occasione della nostra escursione, e circa i sistemi di fabbricazione, le macchine speciali viste, parlerò di ciò che in quelle rapide passeggiate attraverso centinaia di macchine ha attirato maggiormente la mia attenzione, e probabilmente tralascerò dettagli della massima importanza o sfuggiti alla mia osservazione o forse anche relativi a riparti che, per risparmio di tempo o per altre ragioni, non ci furono fatti visitare.

Come le officine della General Electric Co. a Schenectady furono le prime ad essere visitate da noi, così comincierò da esse la mia descrizione.

Fu nel 1886 che furono costruite in Schenectady le prime tettoie delle officine meccaniche Edison, che formarono il nucleo dell'attuale stabilimento; da quell'anno data il grande sviluppo della città di Schenectady, che ora conta 57,000 abitanti, la maggior parte dei quali impiegati o nelle officine della fabbrica americana di locomotive o in quelle della General Electric Co.

Questa compagnia, fondata nel 1892, risulta dalla fusione della Edison General Electric Co., Thomson Houston Electric Co. e Thomson Houston International Electric Co.

Digitized by Google

Essa perciò veniva a riunire tutti i brevetti di Edison per illuminazione ad incandescenza, di Elihu Thomson e di Brush per illuminazione ad arco in serie, di Sprague e di Van De Poele per la trazione elettrica, per non dire che dei più importanti, e si capisce come lo sviluppo degli affari della compagnia, e perciò delle sue officine, sia stato enorme.

Attualmente la compagnia oltre alle officine di Schenectady ha uno stabilimento ad Harrison, per la fabbricazione delle lampade ad incandescenza, ed un altro a Lynn, con una superficie totale di fabbricati di mq. 365,000 e 17,000 persone impiegate.

Lo stabilimento di Schenectady, che occupa un terreno di oltre mezzo chilometro quadrato, consta di una quarantina di fabbricati grossi e di un centinaio di fabbricati e tettoie minori, disposti secondo una pianta assai regolare (fig. 34), ai due lati di una strada principale lunga più di un chilometro, e riuniti tutti da numerosi binari.

In generale ciascuno di questi edifizi ha una destinazione diversa dagli altri, e quantunque parecchi siano adibiti alla lavorazione con macchine utensili, vi sono officine distinte secondo i prodotti: vi è, per esempio, l'officina di costruzione dei trasformatori, quella per le grandi macchine elettriche, un'altra per le dinamo di medie dimensioni e i motori a campo rotante, una per gli indotti, un'altra per bulloni, supporti, ecc., una per i motori da trazione, una per i controller e due per le turbine a vapore. La fabbricazione di queste ha preso un tale sviluppo che, non essendo sufficiente un'officina lunga m. 250 e larga m. 28, ne è stata costruita un'altra di dimensioni quasi doppie. Vi sono poi importanti officine per la fusione della ghisa e del bronzo, per la fucina, per la fabbricazione dei cavi elettrici, degli isolatori, degli oggetti di porcellana, per la costruzione dei modelli e per il montaggio dei quadri di distribuzione, per non dire che delle lavorazioni più importanti.

Nel fabbricato degli uffici, nel quale troverebbe posto comodamente uno dei nostri più importanti ministeri, si trova il riparto disegnatori, dove sono eseguiti tutti i lavori di disegno, eccetto alcuni che son fatti nelle officine.

Sono più di 300 i disegnatori impiegati nello stabilimento e producono circa 25,000 disegni nuovi all'anno; vi è poi naturalmente un riparto speciale per la cianografia con una produzione annuale di oltre un milione di copie.

Niente di notevole posso dire sulla officina modellatori e sulla fonderia del bronzo e della ghisa, basterà però, per avere un'idea

Digitized by Google

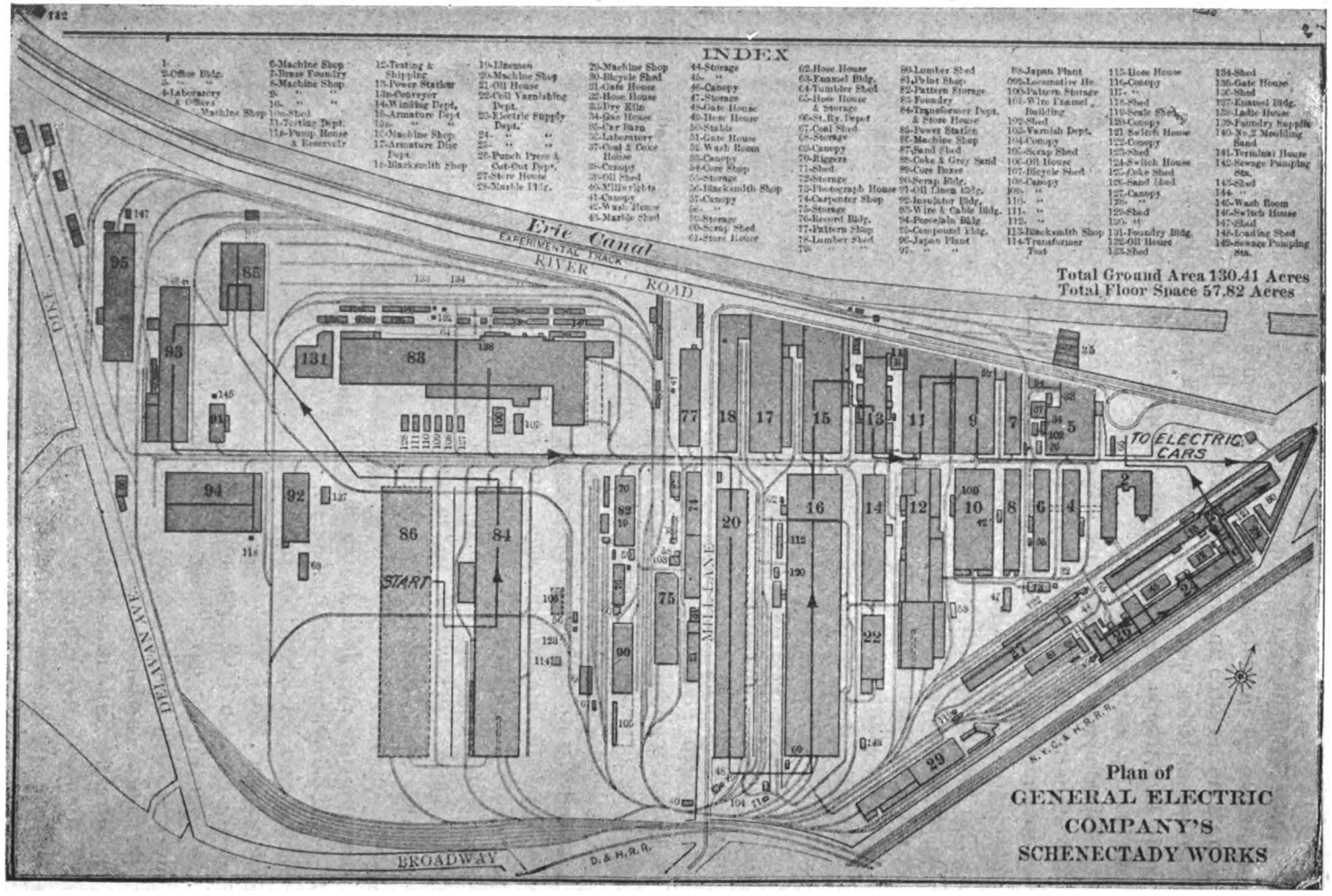


Fig. 34.

Digitized by Google

della grandiosità di tali riparti, il sapere che la produzione annuale è di 14,000 modelli, 2100 tonnellate di getti in bronzo e circa 31,000 di getti in ghisa.

Sono invece interessantissime le officine meccaniche e specialmente quella dove vengono lavorati i grossi getti, e che ha le dimensioni di m. 260 × 49. Da questa officina sono quasi bandite le trasmissioni e le macchine operatrici fisse; gran parte dell'area di essa (mq. 1850 su 12,000) costituisce un immenso *plateau,* sul quale si possono fissare con bulloni, in una posizione qualunque, i getti delle più grosse macchine, trasportandovi vicino le necessarie macchine operatrici per le varie lavorazioni (alesatrici, fresatrici, trapanatrici, ecc.), che, essendo mosse da motori elettrici, si prestano ad esser fissate al suolo nella posizione più vantaggiosa rispetto alla operazione da compiere.

In questo riparto sono lavorate le carcasse delle enormi dinamo di potenza fino a 10,000 HP, che la G. E. C. costruisce, e una parte dell'officina è destinata al montaggio e alla prova delle macchine costruite. Solo eccezionalmente, come nel caso degli alternatori da 10,000 HP e 10,000 volt a 250 giri del diam. di m. 5.20, destinati alla Centrale Canadese del Niagara, si rinunzia a fare la prova in officina. Altre macchine di dimensioni maggiori, se non di potenza maggiore, sono state costruite dalla G. E. C., fra le quali sono notevoli gli alternatori destinati all'impianto di Filadelfia, che hanno m. 10 di diametro, 96 poli e generano 5000 kw a 6000 volt, 60 periodi e 75 giri.

La differenza di diametro fra queste macchine e quelle citate precedentemente, si riscontra in grado anche maggiore, trattandosi dei generatori per turbine a vapore; e ci si rende ragione dell'enorme slancio che ha preso la fabbricazione delle turbine in America, vedendo accanto la carcassa di un generatore da 5000 kw per funzionamento con macchina a stantuffi e quella di un generatore per turbina a vapore (fig. 35).

È evidente come col diametro ridotto quasi ad un terzo, il peso e perciò il costo della macchina, viene ad essere notevolmente ridotto, e le perdite meccaniche non possono essere che diminuite, specialmente trattandosi di turbine a vapore a velocità ridotta, come quelle di costruzione della G. E. C.

Questa compagnia ha già dedicato a Schenectady (fig. 36) due grandi officine alla costruzione, montaggio e prova delle turbine a vapore, brevetto Curtis, di potenze dai 500 ai 5000 kw, e nelle officine di Lynn ne costruisce anche di potenze minori, fino a $1\,^1/_2$ kw. I tipi

Digitized by Google

da 500 kw. ed oltre sono tutti ad asse verticale. Il dettaglio in cui esse differiscono maggiormente da altri tipi è il sistema di costruzione delle palette. Nei tipi di maggior potenza, tanto le palette mobili che quelle fisse sono riunite in gruppi a forma di settori fusi in bronzo da cannoni, nei quali le superficie delle palette sono fatte per mezzo di macchine speciali, in cui il ferro lavora come nelle limatrici, ma seguendo esattamente il profilo che dovrà darsi alla paletta. Questo movimento assai complesso è ottenuto applicando il ferro ad un pezzo della macchina dotato di un movimento analogo a quello della biella delle macchine a vapore. Di queste macchine, studiate esclusivamente per il taglio delle palette delle grosse turbine, ve ne erano parecchie in funzione a Schenectady quando visitammo il riparto di costruzione delle turbine.

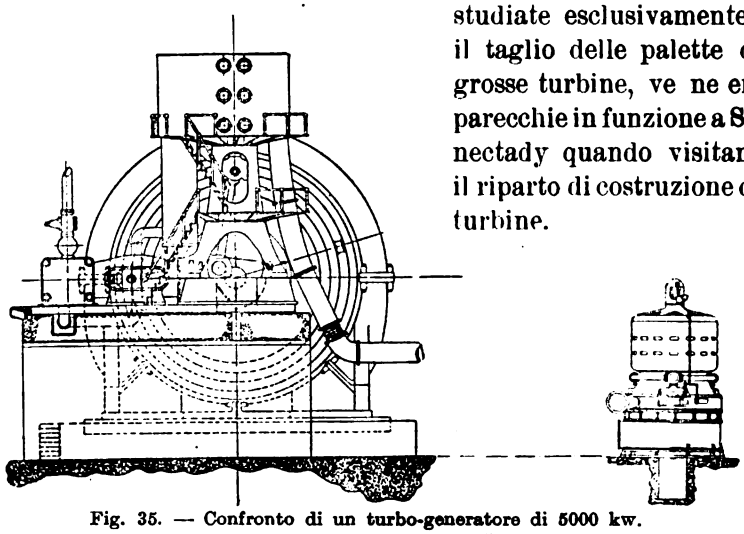


Fig. 35. — Confronto di un turbo-generatore di 5000 kw. con un generatore a stantuffo.

I modelli più piccoli di turbine Curtis hanno le palette intagliate in dischi o anelli di acciaio per mezzo di macchine apposite.

Tutte queste turbine si prestano bene per il funzionamento di dinamo a corrente continua, e se ne studia l'applicazione anche alle dinamo unipolari. Infatti nella nuova centrale dello stabilimento era installata una turbina da 500 kw. a 1500 giri connessa con un generatore unipolare a corrente continua per una tensione di 500 volt. Le sbarre indotte, disposte secondo le generatrici di un cilindro, erano connesse ad anelli ai due estremi in alto e in basso ed erano collegate in serie, per mezzo delle spazzole appoggianti su detti anelli e di una diecina di conduttori volanti, che, passando allo esterno della carcassa, andavano da un gruppo di anelli all'altro. Non posso dir niente sul rendimento di tale macchina perchè, trattandosi di un modello costruito per esperimenti, gli ingegneri della compagnia furono piuttosto avari di informazioni in proposito.

Digitized by Google

Un altro riparto delle officine di Schenectady, interessante forse quanto quello delle turbine, è quello per la costruzione dei trasformatori. I modelli da 50 kw fino a 3000 kw vengono tutti costruiti in un apposito fabbricato di 260 × 49 metri, dove vengono poanche fatte le prove.

Gli avvolgimenti vengono fatti per mezzo di macchine mosse da motori elettrici. La fasciatura con nastro isolante e la verniciatura son fatte in locale separato, per evitare i rischi di incendio; i rocchetti finiti sono in generale asciugati e impregnati di isolante per mezzo del vuoto col « Vacuum Drying and Compound Filling Process ». Molti rocchetti sono ricoperti anche di 30 successivi strati di vernice.

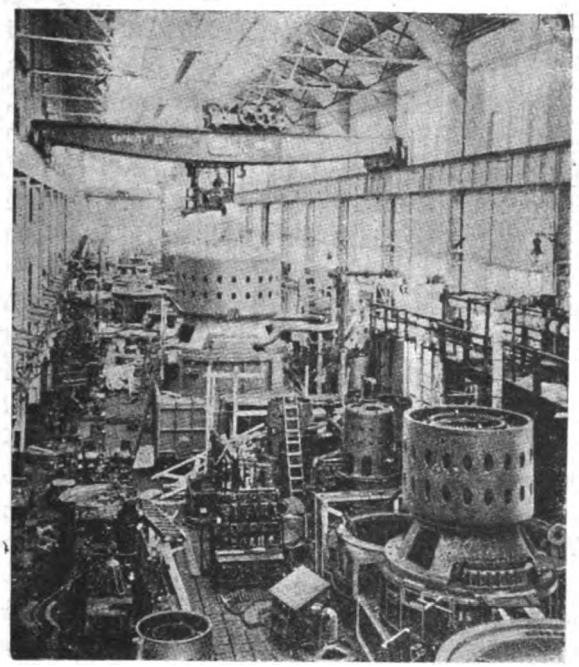


Fig. 36. — Costruzione dei turbo-generatori Curtis.

Per il raffreddamento dei modelli più piccoli di trasformatori si adoprano casse di ghisa con nervature all'esterno, dove son racchiusi i trasformatori immersi nell'olio; per i modelli più grandi con isolamento ad olio le nervature sono soppresse, e nella parte superiore della massa di olio si fa circolare acqua fredda per mezzo d'un serpentino. Questi ultimi modelli e quelli con raffreddamento a circolazione interna d'aria hanno la cassa di lamiera di ferro.

Molto importante è il riparto per le prove, provvisto di impianto per soffiare aria nei trasformatori e di depositi di olio isolante con pompe per introdurlo ed estrarlo dai trasformatori in prova.

Vi è anche un sistema speciale per l'essiccamento dell'olio per altissime tensioni, e per le prove di isolamento vi sono vari trasformatori appositi, uno dei quali può arrivare fino a 500,000 volt.

Credo inutile parlare del riparto dei motori per trazione, di quelli per i controller e freni ad aria, per i conduttori elettrici, per i reo-

Digitized by Google

stati, per i proiettori, per gli oggetti di porcellana, ecc., perchè non potrei fare altro che descrivere i più importanti tipi di macchine e apparecchi che vi sono costruiti, quali i nuovi motori monofasi per trazione, i proiettori del diametro di fino a 2 metri (con carboni positivi di mm. 57), gli apparecchi di « multiple-unit-control », gli interruttori a olio con manovra elettrica a distanza, già ben noti e usati nelle principali centrali americane, ecc., ma visto il brevissimo tempo che potemmo dedicare alla visita di tutti questi riparti, niente di importante potrei dire sui sistemi di fabbricazione e sulla organizzazione delle officine.

Un ramo importantissimo della produzione della G. E. C. è poi quello delle locomotive elettriche costruite con la cooperazione della « American Locomotive Co. » in un numero assai grande di tipi, da quelle piccole per miniere a quelle di 3000 HP costruite questo anno per la « New York Central & Hudson River Railroad ».

Tale argomento però troverà più adatto svolgimento in altra parte della relazione; noterò soltanto che la G. E. C. ha a disposizione un tratto di binario lungo oltre 2 chilometri, sul quale può fare le prove del materiale tramviario e ferroviario. In questo modo si può dire che non esca una macchina o un apparecchio dalle officine di Schenectady senza che ne sia stata fatta accurata prova in condizioni quasi eguali a quelle in cui si dovrà trovare nella pratica. V'è anzi una categoria speciale del personale tecnico superiore addetta esclusivamente alle prove del materiale, le quali hanno luogo o in sezioni speciali dei diversi riparti o in un locale apposito vicino alla centrale elettrica. In queste prove gli strumenti di misura vengono forniti dal laboratorio di campionamento; tutte le letture durante gli esperimenti sono registrate e inviate ad un ufficio, dove, per mezzo delle curve di campionamento, vengono segnate le letture corrette accanto a quelle rilevate dallo strumento.

Motori e dinamo sono generalmente provati col sistema di Kapp.

Lo slittamento dei motori a campo rotante vien verificato col metodo stroboscopico, illuminando con una lampada ad arco, che riceve corrente alternata dalla stessa sorgente che alimenta il motore, un disco a settori bianchi e neri, applicato sull'asse del motore, e misurando la velocità della rotazione apparente di questo disco.

Oltre al riparto di prove del materiale costruito dalle officine vi son poi i laboratori di campionamento, di prova dei materiali e il laboratorio sperimentale, dove vengon fatte ricerche originali tanto nel ramo della fisica quanto in quello della chimica.

Non posso però dirne niente perchè non ci fu fatto visitare. È

Digitized by Google

però probabile che attualmente i maggiori sforzi di questo gabinetto siano diretti a ridurre il consumo delle lampade elettriche. In questo campo la G. E. C. ha già prodotto un tipo di lampade a vapori di mercurio, preferibile, a parer mio, a quelle Cooper Hewitt.

Altro soggetto di studi e ricerche assidue, sotto la direzione del prof. C. P. Steinmetz, è stata la trazione a corrente alternata. Tali studi sembravano volti fino all'anno scorso verso la soluzione del motore a repulsione, ma forse i risultati degli esperimenti con tal sistema non sono stati buoni ed è stato adottato il sistema in serie compensato.

*
* *

Passerò ora e descrivere le officine Westinghouse che visitammo il giorno 19 settembre, e dicendo così intendo tralasciare la fabbrica dei freni ad aria compressa, quella dei segnali ferroviari, degli strumenti di misura, delle lampade Cooper Hewitt e tante altre, tutte collegate fra loro e dovute alla iniziativa di Giorgio Westinghouse, un uomo che cominciata nel 1869 la fabbricazione dei famosi freni in una piccola officina con meno di 100 operai, ora dirige, più o meno direttamente, un numero grandissimo di variate industrie con un personale di oltre 30,000 operai. Mi limiterò dunque a parlare della Westinghouse Electric & Manifacturing Co. che costruisce materiale elettrico e della Westinghouse Machine Co. che costruisce turbine e macchine a vapore e motori a gas. Le officine di queste Compagnie formano un gruppo unico ad *East-Pittsburg* costituito da fabbricati paralleli adiacenti l'uno all'altro, senza che vi siano quasi passaggi scoperti interposti come nelle officine della G. E. C. Lungo questi fabbricati i pesi vengono trasportati per mezzo di numerose e potenti grue elettriche, mentre pei trasporti in senso trasversale da un fabbricato all'altro è usata una piccola ferrovia con locomotive ad accumulatori.

Le officine elettriche (fig. 37) hanno una superficie coperta di circa 180,000 metri quadrati ed occupano 9000 persone, ed ha tutte le macchine mosse da motori bifasi, eccettuate le grue che vanno a corrente continua: la potenza complessiva dei 250 motori bifasi è di circa 5500 HP. L'officina principale che misura circa 360 $\times$ 90 metri, è divisa in quattro ali parallele *A*, *B*, *C* e *D*, la prima delle quali è dedicata alla costruzione dei motori dei tramways, sia a corrente continua che alternata: nella sezione *C* si fabbricano motori e dinamo a corrente continua e alternata di potenza inferiore a 100 kw., mentre nelle sezioni *B* e *D* si costruiscono le macchine più grandi.

Digitized by Google

Ciascuna sezione è fornita di grue che percorrono tutta la lunghezza dell'edifizio e che hanno portate da 10 a 50 tonnellate. In tutte queste officine la disposizione delle macchine è fatta in modo che il materiale greggio nel subire le successive lavorazioni che lo debbono trasformare nella macchina finita e provata, sia maneggiato il meno possibile e possibilmente entrando da una estremità del fabbricato, passando da una macchina all'altra esca dall'altra estremità senza tornare mai indietro.

Nella sezione *A* è notevole la galleria dove vengono fatti gli avvolgimenti dei motori rappresentata nella fig. 38 e molte altre disposizioni per accelerare il lavoro e renderlo più preciso, come l'uso dei trapani multipli, quello di macchine che alesano contemporaneamente i poli e i supporti di un motore o due motori distinti.

Nella sezione *D* è poi applicato su larga scala il sistema già adottato dalla G. E. C. delle macchine portatili con mo-

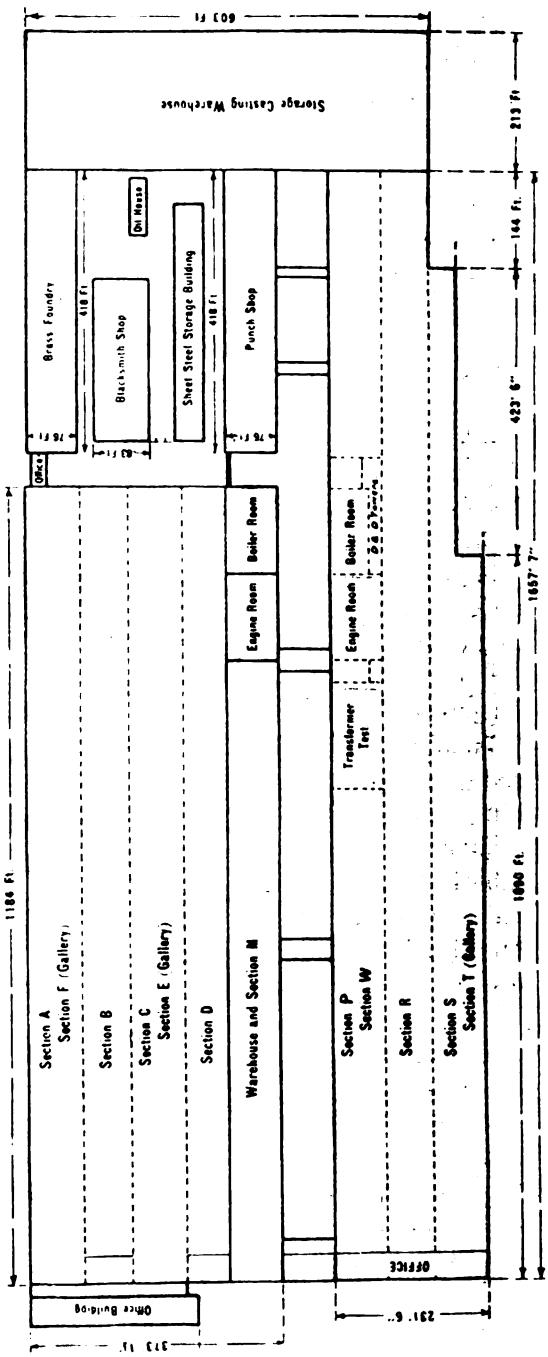


Fig. 37. — Pianta delle officine Westinghouse.

Digitized by Google

tori elettrici connessi per mezzo di cavo flessibile alla distribuzione principale.

In questa sezione sono stati costruiti gli immensi alternatori per le centrali delle ferrovie elevate e sotterranee di New York.

Dopo averli fissati sulla grande piattaforma è stata collocata nel centro una colonnetta colla esatta posizione del centro dell'alternatore, e tale colonnetta ha servito per mettervi le macchine da dividere e per determinare con queste e con regoli calibrati le esatte posizioni delle superficie da lavorare, dei fori da praticare, ecc.

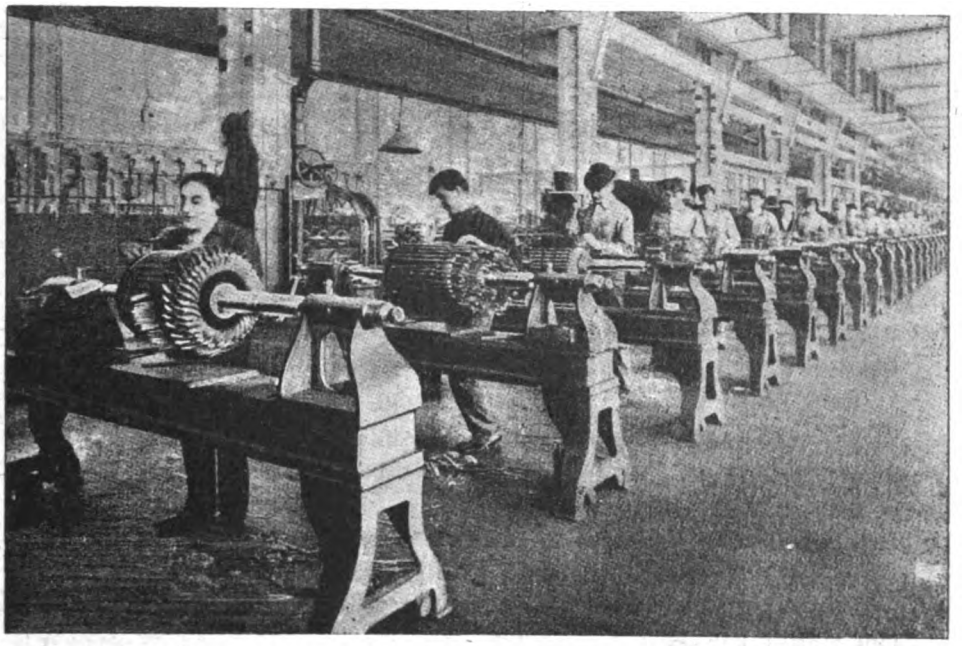


Fig. 38. — Sala degli avvolgimenti G. C. E.

Con tale metodo si è ottenuto che la variazione nell'allineamento dei giunti verticali degli otto generatori costruiti per la ferrovia elevata di New York è stata inferiore a 8 decimi di millimetro, e si noti che l'altezza di tali macchine è di circa 13 metri.

Un altro fabbricato è stato recentemente costruito ad est dei precedenti. È tutto coperto da un unico tetto. L'ala centrale che si estende per tutta la lunghezza dell'edificio più di m. 500 senz'altro ostacolo che una passerella che congiunge le due gallerie laterali e che può aprirsi per lasciar passare le grue. Questa immensa tettoia, ancor vuota in gran parte nel settembre 1904, era destinata

Digitized by Google

alla costruzione di macchine a corrente continua e alternata (eccettuati motori da trazione) di potenza superiore a 100 HP, ma con luce interna non superiore a m. 1.80. Con tale limitazione è determinato il tipo delle macchine e gli altri riparti restano più liberi per la costruzione di macchine più grosse. Lo spazio rimanente del nuovo fabbricato, a differenza del sistema usato nelle altre sezioni dove da una parte entrano i getti e dall'altra esce la macchina finita, è suddiviso in varie sezioni, ciascuna delle quali lavora per le altre. Vi si fanno mensole, sopporti, alberi, ecc.

*
* *

Di fianco alle officine dello Westinghouse Electric & Mfg. Co. sono quelle della Westinghouse Machine Co. che nelle linee generali sia per l'aspetto dei fabbricati, sia per i sistemi di lavorazione sono molto simili alle altre.

Le macchine, comprese anche le grue, sono azionate da corrente polifase a 220 volt e da pochi motori a corrente continua, a velocità variabile. La centrale comprende 1000 HP prodotti da motori a vapore e 1500 da motori a gas alimentati da gas naturale, una delle ricchezze di Pittsburg.

La Compagnia che, compresa la fonderia di Trafford City a 5 km. di distanza e uno stabilimento a Chicago, possiede un terreno di circa 200,000 mq. con più di 80,000 di superficie coperta, dà lavoro a 3500 operai.

La produzione delle officine consiste quasi esclusivamente in motrici per una potenza complessiva di circa 150,000 HP all'anno, e queste si possono distinguere in tre categorie: motrici a gas, a vapore con stantuffi e turbine a vapore.

I motori a gas costruiti sono in generale verticali a cilindri multipli, a quattro tempi e a semplice effetto di tipo chiuso. La regolazione è fatta variando la quantità della miscela introdotta che è di composizione costante.

Sono stati costruiti motori fino a 1500 HP al freno, e l'anno scorso ve ne era in costruzione uno di 3000 HP.

Questi motori sono usati anche per funzionamento di alternatori in parallelo.

Fra i motori a vapore sono notevolissimi quelli verticali di 5200 a 5500 HP normali, capaci di un sopraccarico prolungato fino a 8000 HP, undici dei quali sono installati nella centrale Waterside della Edison Co. di New York. Queste macchine che consumano a

Digitized by Google

regime normale kg. 9.3 di vapore a secco per HP ora, con una pressione di 12 atmosfere e un vuoto di 82 mm., hanno tre cilindri verticali di cui quello ad alta pressione è nel mezzo (diam. m. 1.15, corsa m. 1.50) e quelli a bassa pressione ai quali il vapore arriva per mezzo di un *receiver,* sono ai lati (diam. m. 1.92, corsa m. 1.50).

La superficie occupata da questi colossi è di 0.06 mq. per HP a carico normale e 0.04 mq. per HP a carico massimo. Questa considerazione dello spazio che da noi avrebbe una importanza relativa ha in America una importanza grandissima e non è ultima causa del grande sviluppo che ha preso l'applicazione delle turbine alle centrali elettriche americane.

La turbina Parson costruita dalla Westinghouse sotto questo punto di vista non è preferibile a quello della G. E. C., perchè è orizzontale: ma ha sul tipo Curtis il pregio di maggior semplicità di costruzione. Le palette invece di venire tagliate con una lavorazione lunga e costosa in pezzi di bronzo, sono formate da metallo trafilato e tagliato a pezzetti. Questi pezzetti vengono fissati alla parte girante della turbina in scanalature circolari con sezione a coda di rondine. Un colpo di scalpello allarga la paletta nel tratto introdotto dentro la scanalatura e le impedisce così di uscire. Fra una paletta e l'altra l'intervallo è mantenuto da un altro pezzetto più corto fissato nello stesso modo. Con questo sistema quasi primitivo il montaggio delle palette di una turbina non richiede molto tempo anche se si tratta di una turbina di grande diametro e con una cinquantina di serie di palette nella parte girante e altrettante nella parte fissa. Interessante è il sistema di guarnizione agli estremi dell'albero per impedire al vapore di uscire. Vi è prima una serie di numerosi anelli in risalto sull'albero in corrispondenza ad incavi nella parte fissa, i quali senza causare attrito, essendovi un certo giuoco fra gli uni e gli altri, formano un ottimo ostacolo al passaggio del vapore: dopo questo vi è una ruota di bronzo con palette a curve calettata sull'asse e che girando in una scatola con dell'acqua la lancia per forza centrifuga contro le pareti e forma così una chiusura idraulica pel vapore.

Le prove sulle turbine e sulle altre motrici sono fatte accuratamente al freno. Non essendo pratico il freno di Prony per tali potenze e tali velocità, è usato un freno idraulico consistente in una ruota provvista di piccole palette che gira in una scatola con risalti interni e con circolazione di acqua, imperniata in modo da poter girare concentricamente all'albero della motrice. Una forza antagonista misurabile impedisce alla scatola di venire trascinata in giro dalla rotazione della ruota interna e così si può misurare la potenza.

Digitized by Google

*
* *

Più importanti forse degl'incompleti cenni descrittivi da me dati sulle officine della G. E. C. e della Westinghouse sarebbero i dati comparativi sulla organizzazione del lavoro nelle due grandi officine, specialmente in relazione ai salari, cottimi, trattamento degli apprendisti, ecc., ma purtroppo non ho quasi alcun dato sulla General Electric Co.: credo però che quello che potrò dire sull'altra Compagnia potrebbe applicarsi con poche varianti anche per la prima.

Il sistema del *premio* è adoperato largamente nelle officine della Westhinghousc Electric & Manifacturing Co., eccetto che nei casi in cui il sistema non si presterebbe. Il limite di tempo fissato per un lavoro e in base al quale è pagato l'operaio anche se impiega un tempo maggiore, mentre ha il premio se risparmia tempo, una volta stabilito non viene mai cambiato, a meno che non venga introdotto un radicale cambiamento nel sistema di lavorazione.

Per evitare ritardi di consegna che sarebbero inevitabili con una organizzazione così complessa, vi è un ufficio e un personale apposito che ha l'incarico di sorvegliare passo per passo l'andamento dei diversi lavori per evitare ritardi e difficoltà che possano nascere nelle diverse lavorazioni.

Per tener conto della presenza al lavoro del personale è adottato il semplice sistema del medagliere usato anche nelle nostre officine. In altri stabilimenti americani (Weston) ho visto invece in uso il sistema della registrazione automatica della entrata e uscita degli operai dal lavoro. La striscia di carta su cui vengono fatte le registrazioni si muove su un cilindro per mezzo di un movimento di orologeria e permette a colpo d'occhio di verificare l'ora di entrata e di uscita di ogni singolo operaio.

Gli apprendisti son divisi in due classi: apprendisti ordinari quelli sprovvisti di pratica tecnica e apprendisti ingegneri quelli che hanno compiuto studi in scuole di tecnologia. I primi fanno un corso di quattro anni con paghe variabili da 25 a 75 centesimi all'ora e diventano, secondo le rispettive attitudini, meccanici assistenti o capi operai. Gli altri invece fanno un corso di due anni con paghe variabili da 80 a 90 centesimi all'ora e, oltre a far pratica di officina in tutti i sistemi di lavorazione, vengono occupati nelle sale di disegno, nella sala di prove e possibilmente negli uffici amministrativi e commerciali della Compagnia, uscendo poi disegnatori progettisti, costruttori, viaggiatori, ecc.

Digitized by Google

Gl'impiegati della Compagnia trovano poi modo fuori dell'officina di istruirsi e dilettarsi: infatti la Compagnia ha costruito un locale con sale da pranzo, bigliardi, giuoco delle bocce, biblioteca e scuole per gli operai. Gl'impiegati superiori hanno poi fondato un « Electric Club » con 500 soci, dove si tengono letture e discussioni, oltre che trattenimenti organizzati da un Comitato di signore. Il Club pubblica anche una rivista mensile illustrata l'*Electric Journal* dove si pubblicano le comunicazioni, interessantissime per la pratica, che vengono fatte ai soci dell'Electric Club.

Sale da pranzo sono poi collocate anche in un piano dell'edificio degli uffici dove si ritrovano e si scambiano utilmente le idee i direttori e impiegati superiori dei diversi riparti della Compagnia.

Come si vede, niente vien tralasciato perchè il personale, tanto superiore quanto inferiore, si affezioni all'ambiente prendendo passione all'officina con evidente vantaggio pel buon andamento del lavoro e col resultato che il personale della Compagnia venga spesso chiamato « Westinghouse family ».

È da notarsi anche che la Compagnia ha provveduto convenientemente a ciò che è richiesto per la igiene e la sicurezza degli operai senza però incorrere in esagerazioni come ha fatto la Compagnia Weston che nella sua officina di Newark oltre a numerose ed eleganti stanze da bagno per il personale ha costruito anche una vasca natatoria coperta della lunghezza di qualche diecina di metri.

La Compagnia Westinghouse poi, senza occuparsi direttamente di pensioni per gli operai o di sussidi in caso di malattie o di morte, sovvenziona largamente le associazioni indipendenti che a tal uopo si sono formate fra il personale.

*
* *

La città di Pittsburg è detta « l'officina del mondo » (*The World's Work Shop*): questa frase, molto americana, mi torna in mente pensando alla impressione lasciata in me dalla visita delle immense officine di Pittsburg e Schenestady. Sembra quasi, a chi vede per la prima volta uno di quegli stabilimenti che con la loro potenza siano destinati a schiacciare tutti i concorrenti e ad impadronirsi del mercato mondiale.

È un fatto che se negli Stati Uniti questo resultato non è raggiunto, poco vi manca e poche e di piccola importanza, relativamente alle due di cui ho parlato, sono le altre fabbriche di macchine elettriche: anche in Europa la concorrenza delle due Compagnie

Digitized by Google

americane si fa sentire molto e i loro prodotti, per alcune specialità tengono il primato sia per bontà che per prezzo, ma dalla stessa grandiosità della organizzazione e della produzione di questi colossi dell'industria proviene un inconveniente che a volte li mette in condizioni più sfavorevoli delle industrie meno potenti. Tale inconveniente consiste nella difficoltà che provano a scostarsi dai tipi normali di fabbricazione quelle officine nelle quali in vista del gran numero di riproduzioni che uno stesso oggetto deve subire, la sua lavorazione viene organizzata in modo da richiedere una minima spesa di mano d'opera. Così impiegando più che è possibile fresatrici, macchine automatiche, e in molti casi (come ho detto per le turbine Curtis) impiegando macchine apposite per la costruzione di un dato pezzo, la industria americana arriva a produrre con prezzo relativamente basso, centinaia di motori o di dinamo di uno stesso tipo assolutamente identici e coi pezzi perfettamente permutabili: ma se si tratta di una variazione anche minima ad un modello *standard* intervengono difficoltà grandissime sia dal punto di vista del prezzo quanto da quello del tempo di consegna.

Così, per esempio, per l'impianto del Niagara la Compagnia Westinghouse ha costruito alternatori bifasi la cui corrente viene trasformata in trifase per la trasmissione e ciò perchè per fare gli alternatori trifasi avrebbe dovuto cambiare modelli e progetti e tardare di molti mesi la consegna.

Accennato a questa difficoltà in cui si trova a volte la grande industria americana e che spiega la sua tendenza a *standardizzare* ogni cosa e a far sì che anche gli altri la imitino lasciandole così tutti i vantaggi dei potentissimi mezzi di produzione senza gli inconvenienti, bisogna riconoscere che come impianti di officine, come scelta del macchinario e organizzazione della produzione, i due stabilimenti che ho brevemente descritti rappresentano ciò che di più moderno e perfetto si possa immaginare: alla nostra industria resta ancora molto cammino da fare e molto da imparare da quella americana per potersi mettere in grado, non dico di raggiungerne la potenza, che sarebbe follìa sperarlo, ma di poterne sostenere la concorrenza, tanto per i prezzi che per la perfezione del lavoro, in ogni campo delle applicazioni dell'elettricità.

Digitized by Google

N. 35.

V.

Ing. C. A. CURTI

STATO ATTUALE DELLA TRAZIONE ELETTRICA

CON CORRENTE CONTINUA

NEGLI STATI UNITI D'AMERICA

La trazione elettrica negli Stati Uniti, pur non presentando attualmente condizioni generali tecniche molto differenti da quelle d'Europa, riveste però peculiari caratteristiche di adattamento e di sviluppo in rapporto alle condizioni locali di vita pubblica (1).

La civilizzazione nord-americana — fatta essenzialmente di volontà energica — si manifesta in modo speciale nell'incessante conquista delle ricchezze naturali del suolo sparse con tanta prodigalità in quel vasto territorio.

È naturale quindi che il fattore principale del progresso economico di quel paese debba essere costituito dall'industria dei trasporti, la cui potente organizzazione, libera da ogni monopolio, rivela tutti i caratteri dell'esuberante attività di quel popolo che non ammette ostacoli nè tecnici, nè finanziari al raggiungimento di qualsiasi finalità che più prontamente si adatti al suo imperioso bisogno di arrivare.

In appoggio a tale imponente organizzazione si svilupparono tutte le altre industrie sussidiarie che l'ardita cooperazione e l'alto sentimento nazionale seppero sostenere e rafforzare.

Le applicazioni elettriche ebbero necessariamente il primato nella recente evoluzione dell'industria, ed infatti dall'ultimo censimento risulta che l'energia elettrica generata negli Stati Uniti oltrepassa un milione di cavalli, dei quali circa la metà sono sviluppati da unità da 1000 cavalli in su.

(1) Le presenti note formarono oggetto di una comunicazione, illustrata da proiezioni, tenutasi presso la Sezione di Napoli il 4 dicembre 1904. I dati e le informazioni favoriteci dai colleghi dell'American Institute, i quali ci furono di guida durante la visita ai diversi impianti, mi servirono in parte alla compilazione del presente riassunto. C. A. C.

Digitized by Google

La maggior parte di tale energia, esclusa ben inteso quella recentemente utilizzata nei grandiosi impianti idraulici del Niagara, in California, e presso Montréal (nel Canadà), viene generata per mezzo del vapore.

Com'è noto la quota media giornaliera di spesa per corrente elettrica per ogni cittadino dell'Unione è superiore a quella occorrente per il pane: tale quota è altresì in continuo aumento.

L'annuale incremento di capitalizzazione verificatosi negli ultimi anni, solo in materia di ferrovie secondarie elettriche, superò i due miliardi e mezzo.

L'applicazione della corrente elettrica ai mezzi di trasporto ha vivamente appassionato anche l'America del Nord in questi ultimi anni, e ad essa devesi attribuire il considerevole sviluppo delle linee secondarie. Così a New York, mentre nel 1884 le reti urbane trasportarono 185 milioni di passeggieri, nello scorso anno ne convogliarono oltre 600 milioni.

Però se la corrente continua (« corrente diretta » come dicono gli americani) trovò facile adattamento alle linee secondarie, le applicazioni della corrente alternata rimasero — anche ivi — fino a poco tempo addietro alquanto trascurate.

Com'è noto le grandi comunicazioni ferroviarie sono sempre, anche in America, esercitate a vapore e le condizioni orografiche del paese e lo stato attuale dell'organizzazione dei trasporti veramente non impongono una urgente trasformazione.

Infatti la natura delle parti orientale e centrale dell'Unione — le parti cioè più sviluppate economicamente — formate essenzialmente da vaste pianure, non presentano peculiari difficoltà colla trazione a vapore, ed i depositi di carbone così largamente distribuiti forniscono economica energia per l'esercizio ad unità indipendenti.

Se si considera poi l'enorme quantità di linee in esercizio — ammontante ad oltre 340,000 chilometri — e la quantità dei trasporti, costituiti con una proporzionalità di treni merci molto superiore al rapporto esistente in Europa, si vede che il problema della trasformazione è talmente complesso da non poter avere una immediata soluzione.

Dove però condizioni di luogo, come l'attraversamento di grandi fiumi o la penetrazione in galleria in centri popolari e richiedenti servizi di grande capacità, fecero risaltare l'opportunità di applicare l'energia elettrica come mezzo di propulsione. Anche negli esercizi ferroviari propriamente detti sorsero arditamente colossali progetti di trasformazione e di nuovi impianti, della cui esecuzione terremo parola.

Digitized by Google

La nostra rassegna comprenderà quindi le reti stradali a livello, soprasuolo (elevated railways) e sotterranee per viaggiatori e per merci, nonchè i recenti impianti ferroviari propriamente detti, esercitati mediante la corrente continua, riservando un ultimo accenno recenti esperimenti per le applicazioni della corrente alternata alla trazione.

Reti stradali a livello.

Le reti stradali a livello delle diverse metropoli americane rappresentano l'applicazione più importante della corrente continua come mezzo di propulsione.

Ogni città dell'Unione sistemò successivamente la propria rete tramviaria adottando lo stesso indirizzo tecnico e seguendo il razionale concetto di « standarizzazione » comune ormai ad ogni vasta

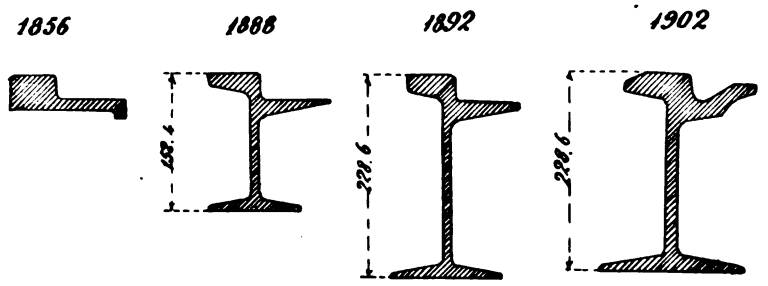


Fig. 39.

industria americana. Così le rotaie delle reti a livello seguirono progressivamente la metodica evoluzione, rappresentata nella figura 39, ove sono rappresentati i diversi tipi successivamente adottati dal 1856 ad oggi man mano che le condizioni della pavimentazione delle vie e gli incrementi del traffico lo richiesero. Dal primitivo tipo rappresentato da rotaie del peso di 23 chilogrammi per m. c., e formato da una semplice sbarra di ferro sagomata superiormente, si arrivò al tipo moderno di acciaio pesante 70 chilogrammi per m. c. Similmente nel processo di unificazione vennero stabiliti tipi normali pel materiale mobile — ormai comuni a tutte le reti — ed analoghi sistemi di distribuzione dell'energia. Solo si differenziano le condotture di presa, le quali, solo a New York e Washington sono fatte di massima con canalizzazioni sotterranee, mentre a Philadelphia, Boston, St.-Louis, Pittsburg, ecc., sono aeree.

Digitized by Google

New York è ancora attualmente la città più sviluppata nelle opere pubbliche. La sua popolazione aumenta di circa 100,000 abitanti ogni anno ed ora ne conta poco meno di 4 milioni. Accennando quindi specialmente ai diversi servizi di New York s'intenderà però che impianti analoghi sono in azione nelle città sorelle, differendo semplicemente per estensione e per qualche particolare dipendente da circostanze locali cui faremo cenno man mano che se ne presenterà l'occasione.

La rete stradale a livello urbana di New York (Manhattan e Bronx) comprende attualmente 800 chilometri di binario ed attraversa distretti della più densa popolazione del mondo. L'ubicazione speciale della città — compresa fra due grandi fiumi ed il golfo — obbliga la vita ad accentrarsi in uno spazio troppo angusto per lo sviluppo della sua meravigliosa attività commerciale. Ne segue che il costo del suolo, assumendo proporzioni appena credibili, costringe le costruzioni edilizie a svilupparsi in altezza, assumendo proporzioni caratteristiche. Nonostante la sopraelevazione dei fabbricati, molti dei quali posseggono oltre 20 piani, la città non può dare alloggio che ad una minima parte della popolazione che ivi lavora. La rimanente è perciò obbligata a prendere dimora nei sobborghi che ormai hanno assunto proporzioni di vere città. Brooklyn è specialmente considerato ricovero notturno di una gran parte della gente che lavora nella parte bassa di New York ed il celebre ponte sull'East River, che serve di comunicazione fra i due centri, è diventato da tempo insufficiente ai bisogni, per modo che un altro simile ne venne costruito ed altri due sono in corso di costruzione.

Il traffico della rete stradale di New York è perciò enorme, specialmente durante certe ore del giorno — al mattino ed al tramonto — allorchè la fiumana di gente invade o lascia la città. Basti il dire che le sole linee urbane a livello trasportarono fin oltre un milione e mezzo di passeggieri in un giorno.

Anche il centro degli affari di Chicago si trova in condizioni analoghe per densità di vita, ma la sua ubicazione permettendo più estese comunicazioni coi sobborghi circostanti, non presenta gli stessi affollamenti nel transito dei viaggiatori.

La prima trasformazione della trazione a cavalli a New York venne effettuata col sistema delle funi circolanti in condotti-sottosuolo — centralmente al binario — e che servivano per l'attacco delle carrozze. Tale sistema però, costoso come impianto e come esercizio, non presentava l'elasticità necessaria per provvedere al traffico sempre crescente, e perciò venne abbandonato, sostituendovi la trazione elettrica.

Digitized by Google

I sistemi generalmente iniziati in Europa con presa di corrente aerea, non soddisfacevano però le esigenze dei cittadini di New York, i quali non sono mai stati abituati a vedere le loro strade ingombrate da fili aerei, poichè tutte le condotture per telegrafia, telefonia, luce, ecc., vennero fin dall'inizio molto opportunamente allogate sotto il suolo ed ormai sistemate in condotti accessibili.

Venne perciò adottata la canalizzazione sotterranea del tipo simile a quello già in esercizio a Buda-Pest, per la presa di corrente delle

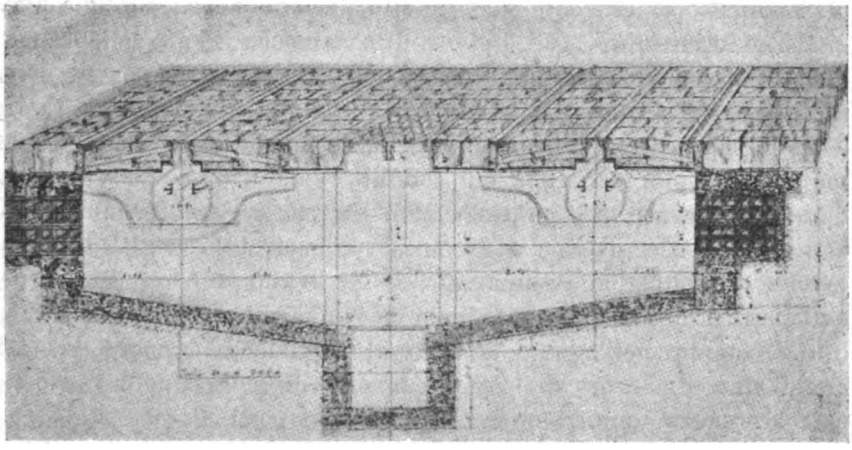


Fig. 40.

linee urbane, riservando la presa di corrente aerea solo per alcune vie fuori centro, dove la pavimentazione non è ancora completamente sistemata (quartiere del Bronx).

Il condotto di presa venne stabilito centralmente al binario come è rappresentato nella figura 40, anzichè lateralmente, per evitare complicazioni negli scambi.

Le carrozze tipo vennero studiate collo scopo di caricarvi il maggior numero possibile di persone colla minore spesa di personale di linea.

Un agente dei tram a New York percepisce la paga giornaliera da L. 8.50 a L. 12.50: ogni disposizione quindi atta a diminuire le spese di personale — per quanto costosa essa sia — sarà sempre conveniente.

Le carrozze perciò vennero fatte della lunghezza di m. 12, munite di due carrelli ciascuna ed equipaggiate da due motori — uno per carrello — da 125 cavalli ciascuno. I carrelli sono generalmente del noto tipo detto a « trazione massima », muniti cioè di due assi

Digitized by Google

con ruote di differente diametro, delle quali le anteriori nel senso della marcia hanno il diametro maggiore. Con tali carrelli risulta facilitata la circolazione in curve di piccolo raggio e pur mantenendo il piano della carra ad altezza conveniente, si ha modo di montarvi motori di rilevante potenza.

Una particolarità dei tram di New York, e di tutti i tram dell'Unione che abbiamo avuto occasione di esaminare, consiste nella tassazione unica di trasporto. Ogni corsa, per quanto lunga, non costa che 5 cents (pari a 25 centesimi di lira) e per la stessa quota si ha anche diritto di chiedere un biglietto di coincidenza per una linea qualsiasi trasversale. Tali biglietti di « transfer » sono i soli biglietti distribuiti dal personale di linea, poichè di massima per le corse dirette il pagamento di ogni quota individuale, sempre di valore costante, viene semplicemente segnata da un contatore bene in vista manovrato volta per volta dal conduttore del tram e che serve contemporaneamente pel controllo dei viaggiatori e dell'Amministrazione. Con tale sistema si semplifica il controllo degl'introiti, si favorisce il pubblico meno agiato, il quale può prendere dimora nei quartieri eccentrici della città, dove la vita è meno costosa, e si facilita il cómpito dell'agente addetto al servizio di esazione, specialmente durante le ore di maggior lavoro, allorchè la folla invade le carrozze senza limitazione nel numero dei posti.

L'energia elettrica per le linee a livello viene generata in due stazioni centrali a 6600 volt e trasmessa sotto forma di corrente trifase alle sottostazioni convertitrici, ove viene trasformata in continua a 600 volt e distribuita poi lungo il conduttore sotterraneo di presa.

Causa il pesante servizio durante certe ore del giorno, coi relativi frequenti avviamenti ed acceleramenti (poichè le fermate si fanno a posti fissi, distanziantisi circa 100 m.), il consumo di energia è abbastanza rilevante e sale fino a 1.7 kw ora per carro-chilometro.

Il traffico è però tale da compensare largamente le spese d'esercizio, nonostante la rapidità di successione dei veicoli circolanti anche nelle ore di minore affluenza.

Il servizio delle linee a livello però — relativamente lento per le grandi distanze — risultò presto insufficiente a soddisfare i bisogni di Nuova York. Non essendo possibile aumentare l'intensità senza creare imbarazzi alla circolazione, si dovette far ricorso alle linee soprasuolo.

Digitized by Google

Reti urbane ed interurbane soprasuolo.

Com'è noto, le linee soprasuolo — costituenti i cosidetti *elevated railways* — sono formate da robuste costruzioni in ferro, generalmente situate in mezzo alle vie ad altezza conveniente, in modo da non impedire la circolazione cittadina, e servono per le comunicazioni rapide fra i diversi centri della città ed i loro sobborghi. L'esercizio elettrico della prima linea *elevated* fu inaugurata a Chicago, nel recinto dell'Esposizione universale del 1903.

Riconosciuta la loro pratica utilità, esse vennero in seguito sviluppate pel collegamento dei diversi sobborghi di Chicago e l'esercizio elettrico altresì adottato sulle linee già esistenti a Boston e a Nuova York.

Non si può negare che l'esercizio degli *elevated* poco si adatti all'estetica delle città e poco conferisca alla tranquillità domestica degli abitanti, le cui case, in certi punti di congiunzione, subiscono i disturbi di un passaggio quasi ininterrotto di treni rumorosi, ma il loro servizio è ormai tanto necessario alla vita delle grandi metropoli che i cittadini non ne potrebbero più fare a meno. Forse col tempo, allorchè le reti sotterranee saranno completamente sviluppate, il servizio degli *elevated* potrà essere alquanto alleggerito, ma quest'epoca rimane ancora assai lontana.

Il servizio degli *elevated,* le cui linee sono sempre a doppio binario, viene fatto con treni elettrici, composti da 5 ad 8 veicoli intercomunicanti, le cui fermate hanno luogo di massima, sui percorsi urbani, ogni 400 metri. Le automotrici in composizione sono rispettivamente da 3 a 5, del peso unitario di 36 tonn., e fornite di due motori da 150 cav. ciascuna.

La velocità commerciale di tali treni è di 50 km. all'ora.

La tassa unica di circolazione è pure 5 cents, come per i tram, e con essa si può percorrere l'intera rete urbana in ogni senso, cambiando treni a volontà.

La rete degli *elevated* di Nuova York comprende due divisioni: l'una per le comunicazioni della città lungo l'isola di Manhattan, l'altra per quelle attraverso il ponte di Brooklyn colle linee di Long Island. La prima divisione trasporta da 800,000 a 1,000,000 di viaggiatori al giorno, l'altra circa la metà.

L'officina centrale di produzione dell'energia della prima divisione ha la capacità di 47,000 kw, e la corrente trifase, ivi generata, è

Digitized by Google

convertita in continua a 600 volt nelle diverse sottostazioni e quindi distribuita lungo le linee col sistema del conduttore a livello (3ª rotaia).

L'energia viene generata col mezzo di motori a vapore, in grandi unità di tipo Compound da 5000 a 7500 kw con soprariscaldamento, e ad essi sono accoppiati direttamente gli alternatori (1).

La corrente trifase viene generata nelle centrali degli *elevated* a 11,000 volt, ed i conduttori che da esse dipartono sono allogati in cunicoli sotterranei di terra cotta con isolamento a cemento vetrificato e disposti col sistema ad anello, in modo che ogni sottostazione possa essere alimentata da due opposte direzioni.

La corrente trasformata in continua, dalle convertitrici rotanti, viene poi trasmessa alle terze rotaie di linea, le quali hanno dimensioni maggiori delle rotaie di scorrimento normali e sono di una composizione tale da presentare la maggiore conduttività elettrica. Le terze rotaie non hanno bisogno d'isolamento speciale a motivo della struttura stessa delle linee e basta il loro appoggio su blocchi di legno paraffinato.

Il ritorno di corrente viene fatto con una sola delle rotaie di scorrimento, poichè l'altra è destinata alla trasmissione dei segnali elettrici di blocco. Tale rotaia di ritorno è però sussidiata da conduttori opportunamente collegati alla struttura stessa della linea in modo da costituire una via di grande conduttività con perdita di potenziale trascurabile.

I treni *elevated* si susseguono alla distanza di due minuti, e la sicurezza del servizio viene garantita da un completo sistema di blocco semaforico.

Negli Stati Uniti il sistema di blocco più in uso — anche per le ferrovie propriamente dette — è quello elettro-pneumatico, col quale l'aria compressa, distribuita nelle condotte costeggianti le linee, costituisce la forza permanente di azione, mentre il comando di funzionamento degli apparecchi viene dato dalla speciale corrente che percorre la rotaia a ciò destinata ed in dipendenza del movimento dei treni.

Recentemente sulle linee della Chicago-Milwankee-S. Paul, allo scopo di diminuire la spesa d'impianto, venne apportata una modifica al detto sistema, mediante la quale l'energia di funzionamento dei semafori viene data dalla forza espansiva dell'acido carbonico gassoso contenuto in recipienti direttamente collocati nei posti di blocco.

(1) Per le centrali vedi articolo del prof. Lori a pag. 497.

Digitized by Google

La seconda divisione della rete degli *elevated* di Nuova York provvede alle comunicazioni con Long Island attraverso il ponte di Brooklyn e ha la sua stazione terminale all'estremo del ponte stesso, dalla parte della città.

I treni sul ponte si susseguono ogni 55 secondi, e le esigenze del servizio avrebbero richiesto quattro linee, due per l'andata e due pel ritorno. Ma la larghezza del ponte non permette tale impianto, dovendo esso mantenere altresì due passaggi carrozzabili con linee pei tram ed un transito pei pedoni. Il servizio in tali condizioni presentava serie difficoltà per la manovra degli scambi, i quali — anche con una singolare sorveglianza — non avrebbero garantito la completa sicurezza, in tempi di nebbia specialmente. Venne perciò applicata la disposizione indicata nella fig. 41, adottando cioè quattro binari, due a due accoppiati, in modo da eliminare gli scambi immediati all'ingresso del ponte. Col servizio elettrico però tale soluzione avrebbe richiesto quattro conduttori di presa di corrente, poichè la sporgenza dei pattini delle automotrici dovendo per ragioni di sagoma essere limitata, ne risultava insufficiente l'appoggio con una sola terza rotaia ogni due binari gemelli. Per ottenere la presa con due sole terze rotaie per le linee venne pensato di capovolgerle in modo da presentare una sufficiente superficie di contatto dei pattini spostati delle automotrici percorrenti i binari accoppiati.

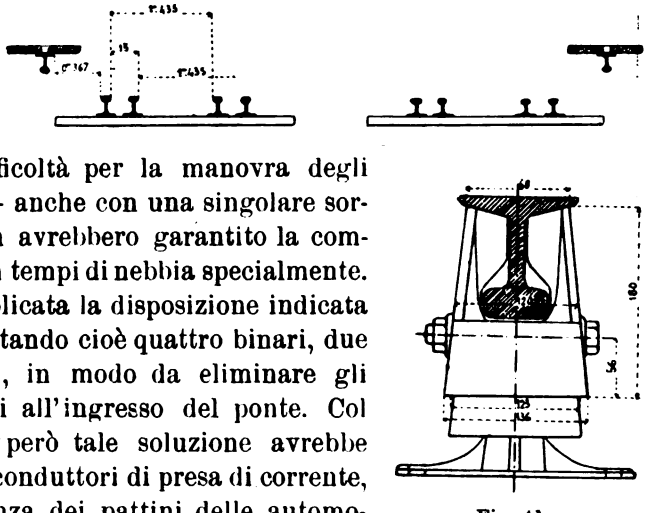


Fig. 41.

Un servizio così attivo come quello degli *elevated* richiede per necessità che le fermate debbano avere la minore durata possibile e che i motori di propulsione delle diverse automotrici accoppiate abbiano una rapidità di avviamento che solo con la simultanea ripartizione della potenza motrice su buona parte degli assi del treno è ottenibile.

Il funzionamento simultaneo dei diversi motori non si può ottenere collocando un manovratore per ogni automotrice, e quando anche ciò fosse tecnicamente possibile, le spese d'esercizio renderebbero il servizio poco economico. Dei diversi sistemi sperimentati, sia ad aria compressa come elettrici, venne prescelto il sistema delle

Digitized by Google

unità multiple di Spragne, il quale, quantunque alquanto complesso nelle connessioni, presenta — com'è noto — una pregevole regolarità di funzionamento. Tale sistema è pure destinato ad essere applicato anche negli accoppiamenti delle locomotive elettriche in corso di costruzione per l'esercizio delle ferrovie propriamente dette, come vedremo.

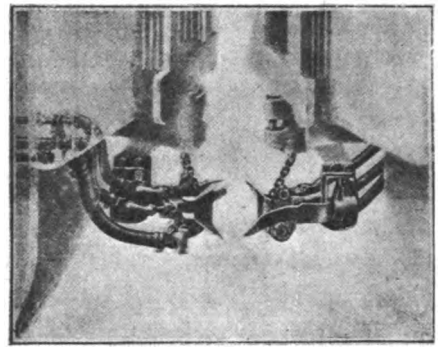


Fig. 42.

La rapidità delle fermate così frequentemente succedentesi in tale servizio è ottenuta mediante il freno ad aria compressa Westinghouse, dotato pure degli accoppiamenti automatici delle condutture, rappresentati nella fig. 42.

L'uso di tali accoppiamenti automatici, non ancora introdotto in Italia, è ormai generalizzato negli Stati Uniti anche pei veicoli ferroviari delle grandi linee esercitate a vapore, i quali sono pure dotati, come quelli degli *elevated,* degli attacchi automatici degli organi di trazione, che molto bene si adattano alle carrozze intercomunicanti.

A Pittsburg è pure in uso il freno elettro-magnetico Westinghouse, funzionante contemporaneamente nelle rotaie e nelle ruote. Tale freno è composto dell'apparecchio rappresentato nella fig. 43.

Esso consta di un elettromagnete che ha la funzione di spingere un pattino contro la rotaia e nello stesso tempo di far agire i ceppi contro le ruote. La corrente pel magnete non proviene dal circuitodi linea, sibbene è generata dai motori stessi di propulsione, allorchè quedi sti, disgiunti dal circuito linea, funzionano, pel movimento del veicolo, come generatori. È noto che la forza ritardataria di un freno è massima nel periodo che precede l'arresto delle ruote, prima cioè che incominci lo slittamento. Il freno elettro-magnetico impedisce appunto tale slittamento, perchè, allorquando le ruote si fermano, cessa la

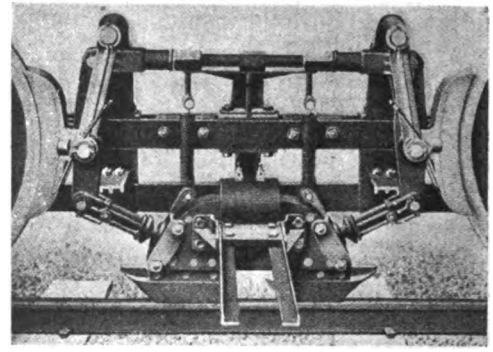


Fig. 43.

Digitized by Google

corrente di magnetizzazione e conseguentemente diminuisce la pressione dei ceppi, permettendo alle ruote di rimettersi in movimento, il che provoca un nuovo sviluppo di corrente magnetizzante e la ripresa della forza ritardatrice.

Con tali ripetute e graduali frenature, oltre ad ottenere la maggiore efficacia dei freni, si ha il vantaggio di diminuire i consumi e le sfacettature dei cerchioni. Inoltre la regolazione della corrente magnetizzatrice nella voluta misura è fatta mediante resistenze metalliche, le quali possono servire come riscaldatori dell'interno del veicolo durante la stagione invernale. In tal modo sia la frenatura come il riscaldamento sono ottenuti senza consumo di energia di linea.

Nelle altre città dell'Unione gli impianti analoghi di comunicazioni stradali corrispondono, nei criteri di organizzazione, a quelli di New York, differendo semplicemente nell'estensione ed in qualche particolare dipendente dalla struttura cittadina.

Così a Boston — a motivo delle esigenze del centro — la rete urbana degli *elevated* è alquanto limitata, ma si estende invece, considerevolmente, all'esterno, effettuando comunicazioni attivissime coi diversi centri circostanti. La stessa rete, poi, è collegata con quella stradale e sotterranea interna, per modo che i viaggiatori possono percorrere successivamente i tre sistemi colla stessa tariffa di cinque cents, adottata anche ivi per ogni sistema.

A Boston si notò pure una differenza nei criteri d'impianto delle centrali generatrici dell'energia elettrica. Mentre a New York si ha la tendenza a concentrare la produzione dell'energia in uniche grandi officine, a Boston, intersecata da molti canali dove si stabiliscono facilmente numerosi punti di approdo pel servizio delle centrali, si ritiene più conveniente di ripartire gli impianti secondo l'aumento progressivo della rete

La diversità del sistema dipende dalla variazione del costo dell'energia in rapporto alla capacità delle centrali, rimanendo, ben' inteso, uguali le altre condizioni. Secondo i dati dell'esperienza risulta che al di là di un certo limite di produzione, il costo dell'energia rimane press'a poco costante, per il fatto che le perdite nei circuiti e negli altri materiali di trasmissione aumentano nella stessa proporzione del risparmio ottenuto colla concentrazione dei servizi. La determinazione del punto limite varia, naturalmente, secondo le condizioni dell'impianto e della rete.

Così a New York la predetta tendenza ad accentramento è appunto consigliata dalle condizioni topografiche della città e dallo spazio

Digitized by Google

disponibile, sempre limitato dal crescente rincaro del suolo. Però i razionali perfezionamenti introdotti nelle centrali di New York, coll'impiego di grandi unità generatrici e di meccanismi atti a procurare economie di personale, possono compensare le maggiori perdite nelle trasmissioni ed offrono effettivamente il mezzo di produrre l'energia al prezzo di cent. 2.6 a cent. 3.2 per kw-ora.

Reti sotterranee.

Per quanto i treni sugli *elevated* di New-York siano stati moltiplicati in numero ed in potenzialità, fino a raggiungere il massimo di capacità tollerato dalle linee, ormai anch'essi sono riconosciuti insufficienti, specialmente durante le ore di maggior lavoro. Venne quindi iniziata una rete di comunicazioni sottosuolo esclusivamente pel servizio dei viaggiatori, secondo la planimetria di cui la fig. 44.

Superando le difficoltà della perforazione dei *tunnels* nella roccia su cui riposa l'intera isola di Manhattan, la prima linea venne ultimata pochi giorni prima della nostra partenza.

Tale linea, ora disposta per l'esercizio, parte dal centro di New-York e, percorrendo la città nel senso longitudinale, fa capo al Parco del Bronx, con un percorso complessivo di 30 km, dei quali 10 in galleria a quattro binari, secondo la sezione rappresentata nella fig. 45, 10 a tre binari ed altrettanti a due binari. I treni si susseguono ad un minuto di distanza colla velocità di circa 70 km. all'ora e con fermate ogni 700 metri circa. L'energia elettrica di propulsione viene pure distribuita lungo la linea col sistema dei conduttori a livello, costituiti da rotaie di composizione tale che il tenore di carbonio e manganese risulti il più basso possibile, onde ottenere la maggior conduttività elettrica.

L'officina centrale di produzione dell'energia è situata in riva all'Hudson, ed è delle più grandi che abbiamo avuto occasione di visitare. Essa si compone di 11 motori verticali a vapore, della potenza unitaria di 5000 kw., accoppiati direttamente agli alternatori, e di 4 turbine verticali Curtis capaci di 1250 kw. ciascuna. Queste ultime sono riservate alla produzione dell'energia pel servizio dell'illuminazione lungo la linea. Gli alternatori producono corrente trifase a 11,000 volt, la quale viene distribuita in 8 sottostazioni ripartite sulla rete, che trasformano la corrente in continua a 600 volt.

Le carrozze sono di tipo simile a quelle usate per gli *elevated,* però con due motori ciascuna da 200 cavalli.

Digitized by Google

Il telaio e la cassa delle carrozze sono costruite completamente di materiali incombustibili, ed esse sono illuminate internamente da 26 lampade ad incandescenza, ed esternamente da lampade ad olio.

La circolazione dei treni, con automotrici dotate del sistema ad unità multiple di Sprague, viene regolata da un completo sistema di blocco elettro-pneumatico.

A Boston la rete sotterranea è pure riservata al servizio dei viaggiatori, ed è limitata ad una piccola parte del centro: le sue linee vengono esercitate c umulativamente con quelle della rete stradale a livello.

A Chicago invece la rete sotterranea è riservata al solo servizio delle merci, poichè la caratteristica industriale di quella città esigeva un mezzo di trasporto speciale per i prodotti di transito attraverso la sua parte centrale.

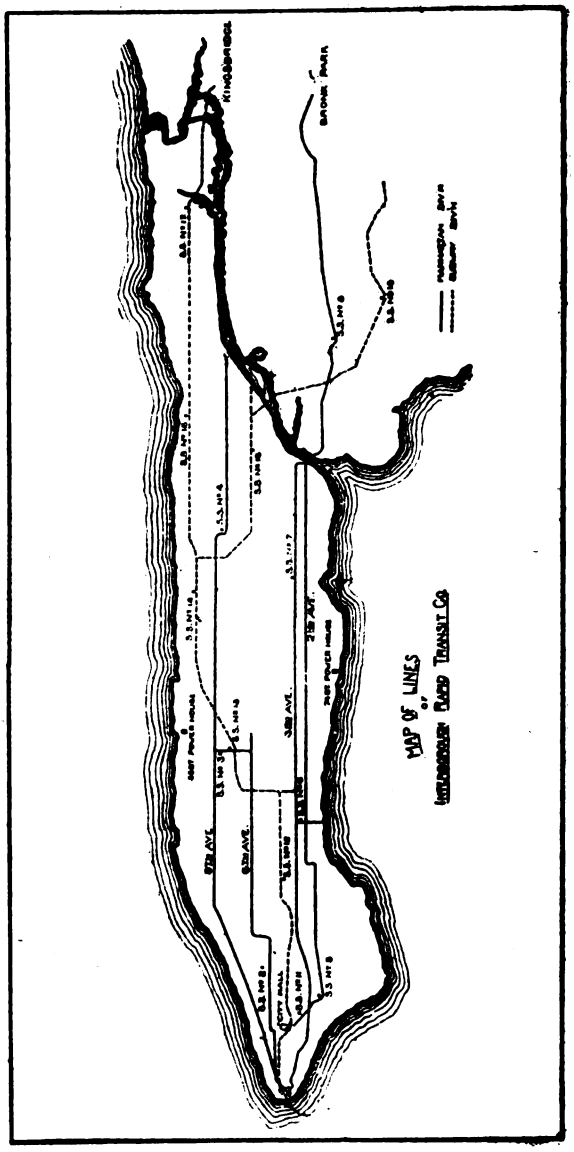


Fig. 44.

Nei centri di New York e di Boston non esistono numerosi stabilimenti industriali, poichè le grandi officine di produzione vennero provvidamente confinate in riva ai fiumi o del mare, e il transito delle merci si fa per via d'acqua. I loro centri sono invece destinati esclusivamente

Digitized by Google

alla trattazione degli affari, e le poche merci che servono alla vita cittadina vengono transitate per le strade senza grande ingombro della circolazione.

La parte centrale di Chicago, per contro, è eminentemente industriale, con una rilevantissima quantità di stabilimenti di produzione e di deposito delle merci che ivi affluiscono da tutta la regione dei

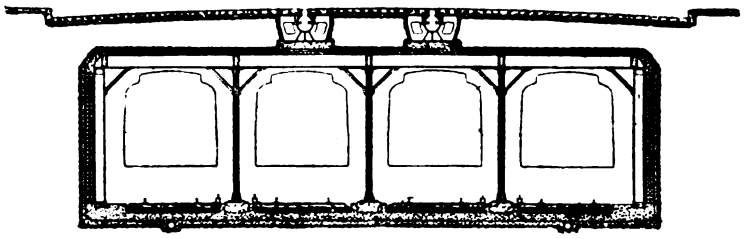
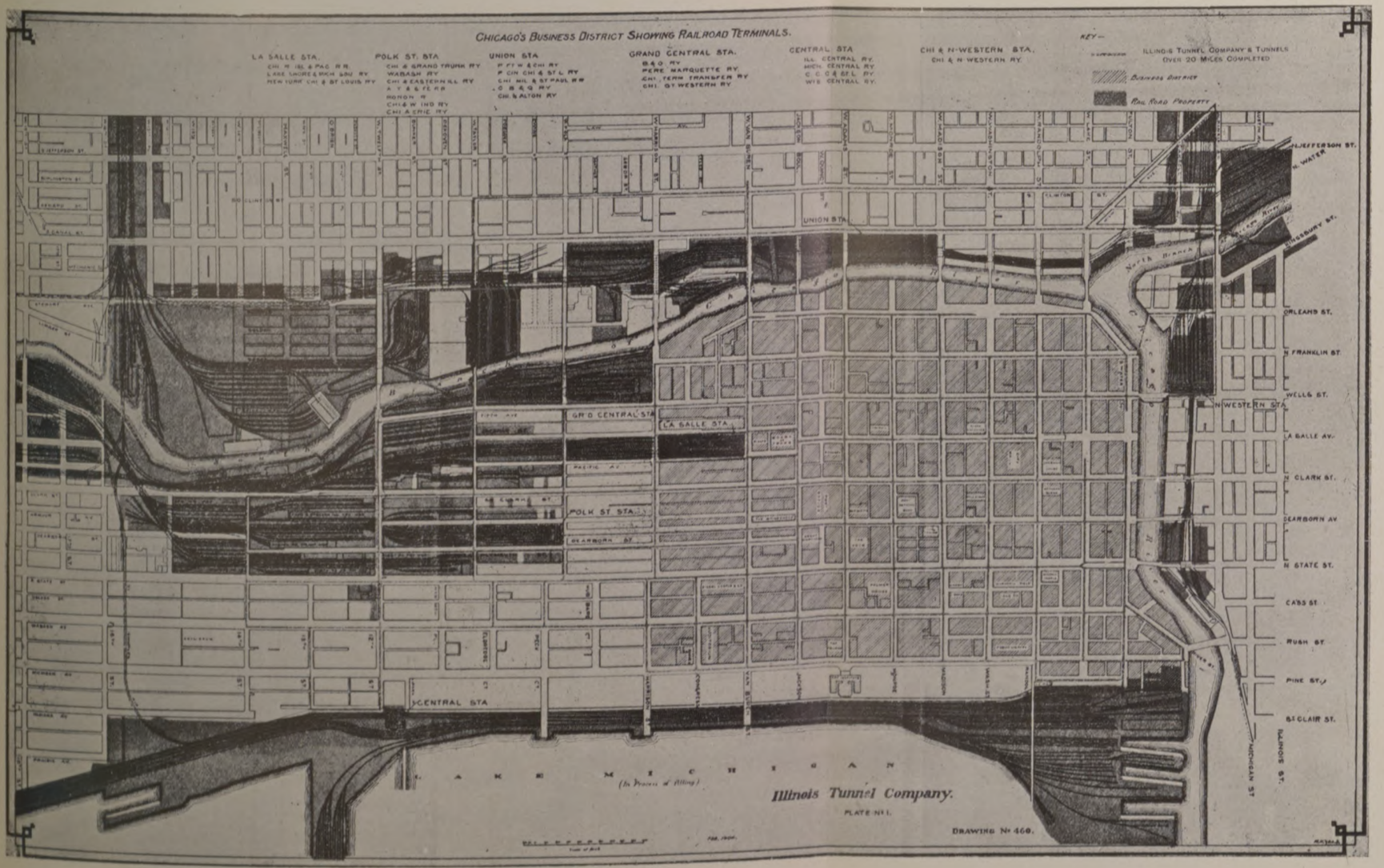


Fig. 45.

laghi. A motivo della configurazione speciale della città, il centro commerciale è confinato fra il lago Michigam ed i due rami del fiume Chicago, in uno spazio relativamente ristretto e chiuso verso il sud dall'enorme barriera delle stazioni ferroviarie terminali. Il commercio di Chicago, reputato il più grande centro ferroviario del mondo, è tale da assorbire il 35 per cento dell'intero traffico degli Stati Uniti.

Lo scambio delle merci attraverso il centro della città — che rappresenta veramente un esempio tipico di densità di vita — diventò, negli ultimi anni, così ingombrante, da richiedere una immediata soluzione anche in rapporto alla sanità pubblica. Nel 1889, per iniziativa della Società pel nuovo telefono automatico, che in quella metropoli già possiede un impianto per oltre 10,000 abbonati, venne creata una Compagnia per praticare un sistema di gallerie sotterranee atte a ricevere le trasmissioni telefoniche ed a servire contemporaneamente al trasporto delle merci di transito. L'ardita impresa venne subito iniziata ed i lavori spinti con ogni alacrità, senza menomamente disturbare la circolazione cittadina; vennero ultimati in poco tempo, senza che quasi i cittadini non se n'accorgessero. Tale rete sotterranea è costituita da tanti *tunnels* dell'altezza di circa 3 metri, scavati a 9 metri sotto il suolo di tutte le vie del centro della città, come è indicato nella planimetria della tav. I. Su binari intersecantisi in ogni senso, corrono piccoli treni trascinati da locomotive elettriche, del tipo usato per le miniere, munite di 4 motori da 100 cavalli ciascuno, come dalla fig. 46, e portano

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

carbone, grani, posta e mercanzie d'ogni genere. Le gallerie, prolungandosi sotto i fiumi, comunicano coi *docks* del porto, in riva al lago, e colle stazioni ferroviarie terminali. Lungo le vie, opportuni pozzi, muniti di ascensori, servono per la diretta comunicazione dei magazzini ed officine colle linee della rete. L'energia elettrica che aziona tali treni merci viene fornita dalla stessa Società degli *elevated* e distribuita lungo la linea sotto forma di corrente continua a 600 volt col conduttore di presa sotto livello, precisamente come pei treni di New York.

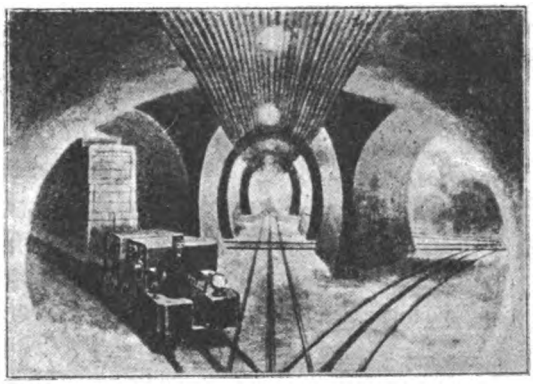


Fig. 46.

Attualmente il servizio merci giornaliero attraverso Chicago ammonta a circa 100,000 tonnellate, e di esso il 90 per cento viene assorbito dal sistema sotterraneo.

Ferrovie propriamente dette.

Com'è noto, il primo esercizio elettrico di ferrovia propriamente detta venne effettuato dalla Compagnia Baltimore-Ohio, parecchi anni or sono, su di un tratto di linea in galleria sotto la città di Baltimore e con la pendenza del 15 per mille, allo scopo di facilitare il servizio dei soli pesanti treni merci e riservando l'esercizio a vapore pei soli treni leggieri viaggiatori che non presentavano difficoltà.

L'energia elettrica viene distribuita sotto forma di corrente continua a 600 volt con un conduttore di linea fissato alla volta della galleria.

Le locomotive elettriche adibite a tale servizio sono del peso di 87 tonnellate a due carrelli dei quali ciascun asse ha un motore da 350 cavalli formando così una potenza nominale di 1400 cavalli.

Nonostante che la velocità di tali treni sia ridotta a soli 15 chilometri all'ora durante la loro marcia normale si sviluppa una corrente di 800 ampère che sale fino a 3000 ampère durante gli avviamenti.

Ordinariamente però non si effettua no fermate intermedie per modo che lo sviluppo di così elevata intensità non dura che breve tempo.

Digitized by Google

Grazie alla accurata disposizione dell'impianto il consumo medio di energia per 100 tonn.-kil. è di circa 7 kw-ora.

Tale impianto rimase per parecchi anni l'unico esempio di esercizio di treni pesanti mediante la corrente continua.

Altri brevi tratti di linea come la Buffalo-Metansket Beach e la Hartford-Berlin vennero successivamente esercitate con corrente continua, ma il loro servizio rimane riservato a soli treni leggieri per viaggiatori.

Recentemente la N. Y. Central Railroad Company e la Pennsylvania Railroad Company progettarono ed iniziarono i lavori per l'esercizio di due linee che rappresentano gli ultimi grandiosi esempi di servizi ferroviari completi con la corrente continua.

Impianto della N. Y. Central Railroad Company.

Le linee di tale rete hanno la loro stazione terminale nel centro di New York e vi accedono mediante varie gallerie sotto i fabbricati suburbani e sotto il suolo della Park-Avenue.

Le linee fuori di New York si biforcano in due tracciati, l'uno costeggiante il fiume, l'altro seguente la linea interna. La linea principale si compone di 4 binari di corsa e viene percorsa in media da 700 treni al giorno (30 all'ora) con la velocità massima di 94 chilometri all'ora.

La complicazione del servizio nelle gallerie, il cui accesso confina col piazzale della stazione, in rapporto all'aumento continuo del traffico delle merci e specialmente alle esigenze moderne pei treni viaggiatori, imponeva la sostituzione della trazione a vapore con quella elettrica.

La trasformazione decisa per ora, si estende per circa 50 chilometri e contemporaneamente comprende la sistemazione della stazione centrale abbassandone il livello attuale fino al piano delle linee sotterranee urbane onde stabilire con esse una diretta comunicazione, come dalla fig. 47.

Nel grafico rappresentato nella fig. 48 sono indicati i consumi di energia attuali rilevati col mezzo di un veicolo dinamometro per le diverse categorie di treni e nelle diverse ore del giorno. Il consumo medio risultando di 1800 kw. e conseguentemente il consumo annuo essendo di 15,760,000 kw-ora, ne segue che pel tonnellaggio chilometrico attuale per anno di 365,000,000 tonnellate-chilometro la spesa di corrente risultante sarebbe di 43 watt-ore per tonnellata-chilometro.

Digitized by Google

Premessi tali dati vennero fatti i preventivi di trasformazione con 12 diverse soluzioni deducendone i singoli importi di spesa per chilometro-locomotiva. Tali soluzioni comprendevano tutte le possibili combinazioni di esercizio, sempre però mantenendo fisso il concetto che l'energia di propulsione dovesse essere fornita da corrente continua. Il risultato degli studi condusse ad assegnare la preferenza alla generazione diretta di corrente alternata trifase da distribuirsi in 8 sottostazioni convertitrici dalle quali la corrente verrebbe distribuita alla linea sotto forma di corrente continua a 600 volt per mezzo di terza rotaia. Dal parallelo fra la spesa attuale dell'esercizio a vapore e di quello progettato risultò che, supponendo identico il numero di agenti richiesto pei due servizi e tenendo conto che nell'esercizio elettrico sono strettamente richieste 33 locomotive elettriche mentre attualmente ne occorrono 40, le spese per chilometro-locomotiva — compresi gli interessi ed ammortamenti — ammontano a L. 0,7786 per il sistema elettrico ed a L. 0,7806 per quello a vapore.

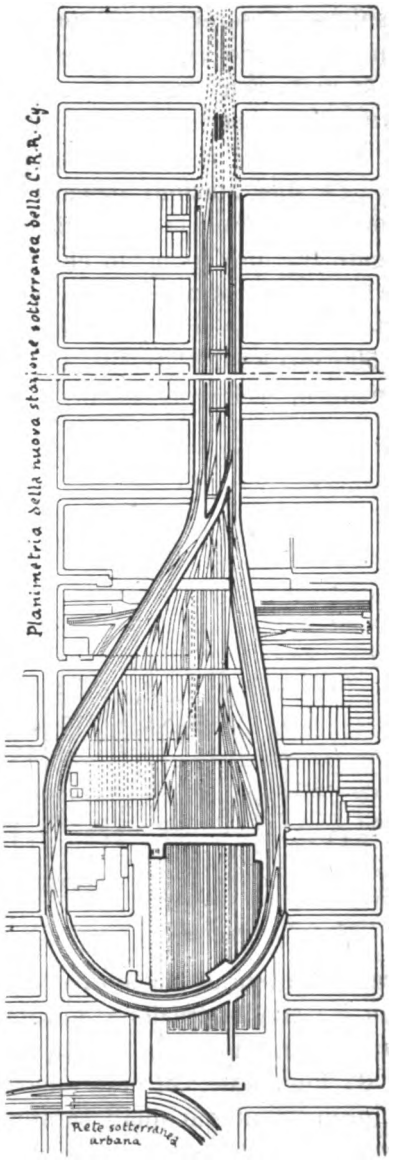


Fig. 47.

L'economia a favore della trazione elettrica non è rilevante, ma le considerazioni di semplicità, acceleramento del servizio ed il completo soddisfacimento delle esigenze del pubblico in un servizio tanto importante giustificano la trasformazione.

La scelta della corrente continua come mezzo di propulsione venne giustificata dallo scopo di attivare il servizio cumulativo con le linee della rete urbana sotterranea nonchè da prescrizioni legislative in ordine alla pubblica sicurezza. Forse alcune perplessità

Digitized by Google

dipendenti dalle condizioni locali dell'industria elettrica negli Stati Uniti non furono estranee alla scelta del sistema il quale però venne giudicato idoneo a risolvere convenientemente il complesso problema dei trasporti in quelle particolari condizioni, per quanto costoso ne risultasse l'esercizio dei 480 chilometri di binario che la completa trasformazione richiede. Ma più che da altro la scelta fu determinata dalla considerazione che i sistemi a corrente alternativa sono tuttora in esperimento, nè l'urgenza dei provvedimenti permetteva di attendere i risultati di questo.

Le due stazioni generatrici che si stanno costruendo presso Yonker avranno la capacità di 30,000 kw. ciascuna e saranno collegate fra loro in modo che in caso di bisogno una sola possa provvedere al completo esercizio temporaneo. Come motrici vennero adottate le turbine a vapore verticali Curtis in otto unità da 7500 kw. a 500 giri accoppiate agli alternatori trifasi da 11,000 volt e 25 cicli. Anche le eccitatrici saranno azionate da turbine a vapore ed una batteria di accumulatori della capacità di 1200 ampère per tre ore completerà l'impianto.

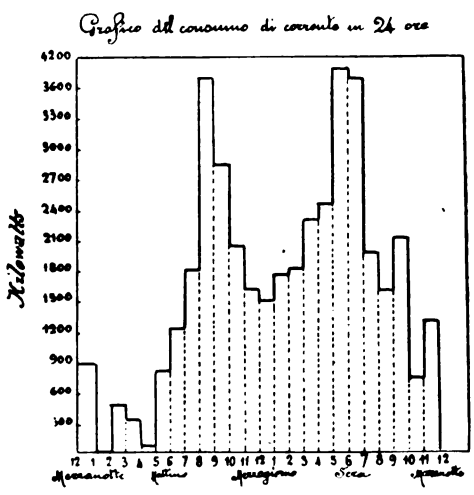


Fig. 48.

La corrente alternata distribuita ad 8 sottostazioni situate lungo i tracciati verrà trasformata, mediante convertitori rotanti da 1000 a 1500 kw.; in continua a 600 volt.

Le rotaie di presa di corrente verranno sussidiate da un feeder percorrente l'intero sistema dei binari.

I treni che occorre trasportare variano da 200 a 900 tonnellate e perciò attualmente richiedono grande varietà di locomotive a vapore, tanto più che negli Stati Uniti non è usata la trazione multipla a vapore. Con la trasformazione si avrà naturalmente un solo tipo di locomotiva elettrica del peso totale di 85 tonnellate, col peso aderente di 67 tonnellate, munita di 4 assi di propulsione sui quali saranno montati motori da 550 cavalli ciascuno. Ogni locomotiva potrà quindi normalmente sviluppare 2200 cavalli e con sovraccarico circa 3000. Trenta di tali locomotive sono in corso di costruzione. L'unità di comando nell'accoppiamento di tali giganti locomotive viene assicurata col sistema delle unità multiple di Sprague.

Digitized by Google

Impianto della Pennsylvania Railroad Company.

Tale impianto è parimenti di estensione limitata, ma è ancora più caratteristico nelle sue linee generali del precedente.

Attualmente i cittadini di New York per raggiungere le stazioni terminali delle linee del centro e meridionali degli Stati Uniti sono obbligati a traghettare l'Hudson in *ferry-boats* i quali, per quanto numerosi e di sollecito servizio, costituiscono sempre una grande incomodità. Da tempo si erano progettati ponti colossali e tunnels sotto il letto del fiume in modo da poter prolungare le linee attuali fino alla riva sinistra, ma nessun sistema venne giudicato atto a soddisfare completamente le esigenze della metropoli.

Nel 1902 la Pennsylvania Railroad Company progettò di collegare elettricamente New York con Hoboken da un lato e Long Island dall'altro mediante una linea ininterrotta sotto i due fiumi e sotto la città, come è indicato nella tav. II, con profilo a pendenze variabili intorno al 15 per mille.

La caratteristica dell'impianto consiste nella costruzione sotto il fondo dell'Hudson a 9 metri circa di profondità, di due tunnels metallici ad un binario ciascuno e sotto l'East River di quattro tunnels identici ai precedenti e ad essi collegati mediante gallerie in muratura, situate a 15 metri sotto il livello della città nel cui centro vi sarà una stazione sottosuolo munita di 21 binari di servizio. La costruzione dei tunnels venne già iniziata ed una gran parte dei lavori dovrà essere ultimata nell'anno 1905.

Tali tunnels metallici — dei quali esisteva un modello in grandezza al naturale all'esposizione di Saint-Louis — sono formati, come dalla fig. 49, da anelli di ghisa del diametro esterno di circa m. 7 congiunti fra loro e rivestiti internamente di cemento. I tubi così formati, collocati sotto il letto dei fiumi a circa 9 metri di profondità e sostenuti ogni 50 metri da colonne poggianti sugli strati rocciosi inferiori, costituiscono come un sistema di ponti tubolari sostenuti da pile.

L'intera distanza degli approci al di là dei fiumi è di circa 12 chilometri, ma la rete esercitata elettricamente si estenderà, con percorsi separati, fino al centro di Long Island per stabilire le comunicazioni con quelle linee ferroviarie, formando un percorso complessivo di circa 30 chilometri a due e quattro binari.

Il servizio ferroviario previsto avrà la capacità di 1052 treni al giorno (144 nelle ore di massimo traffico) con un carico massimo

Digitized by Google

di 770 tonnellate per treno e velocità variabile da 40 a 90 chilometri l'ora.

Anche per tale impianto, seguendo gli identici criteri della Central Railroad Company, venne adottata la corrente continua come mezzo di propulsione generando l'energia, in due officine disposte alle estremità dei tunnels ciascuna della capacità di 45,000 kw. sotto forma di corrente trifase a 11,000 volt e distribuendola a 4 sottostazioni convertitrici dalle quali la corrente continua a 650 volt verrà trasmessa ai conduttori di linea costituiti da terze rotaie.

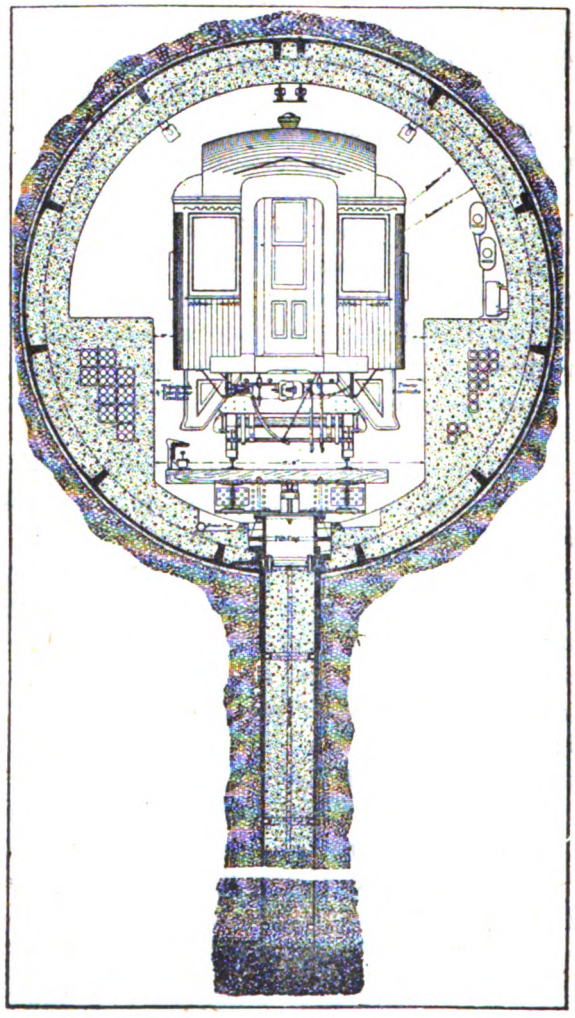


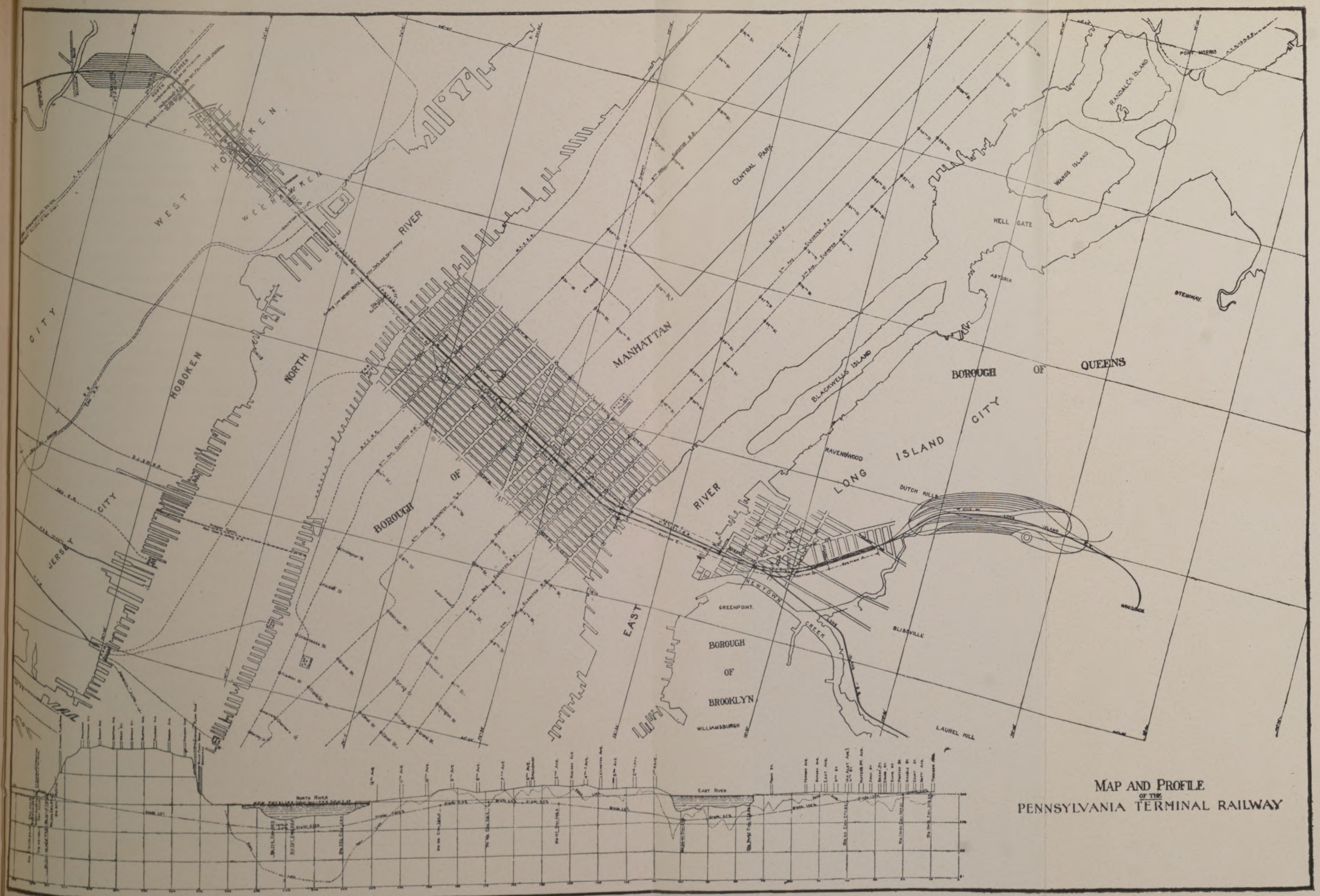
Fig. 49.

Come motori a vapore vennero adottate le turbine orizzontali Parson in unità di grande potenza.

Per le locomotive elettriche, di tipo analogo a quelle della Central Railroad, vennero stabilite caratteristiche tali che ciascuna di esse sia sufficiente alla trazione dei treni più leggieri, e che con l'accoppiamento di due di esse si possano fare i treni più pesanti. — Per garantire la successione dei treni, transitanti alla distanza di due minuti per la stazione centrale, un completo sistema di blocco elettro-pneumatico correderà ogni binario.

Il costo totale della trasformazione ammonterà a circa 250 milioni di lire.

Digitized by Google



MAP AND PROFILE
OF THE
PENNSYLVANIA TERMINAL RAILWAY

Digitized by Google

Digitized by Google

*
* *

Allo stato attuale dell'elettrotecnica, nell'urgenza del bisogno di stabilire comunicazioni idonee fra il centro della città e le linee al di là dei fiumi, i due impianti iniziati a New York presentano le caratteristiche di opportunità richieste dalle esigenze di sviluppo di quella metropoli.

Essi però per quanto grandiosi ed armonicamente sistemati non sembrano realmente destinati ad indicare una pratica via verso la soluzione del grande problema ferroviario generale.

Nonostante l'adozione delle correnti trifasiche di alimentazione delle sottostazioni, secondo i concetti economici imposti dalla tecnica moderna, e per quanto sia stata ridotta la distanza delle sottostazioni stesse, non dobbiamo dimenticare che la trasformazione della corrente alternata in continua deve necessariamente effettuarsi con macchine in movimento le quali oltre a richiedere urgenti spese d'impianto e d'esercizio sono causa di rilevanti perdite nel rendimento.

Se a tali perdite si aggiungono ancora quelle inerenti alle linee che adducono la corrente a basso voltaggio ai motori vediamo facilmente quanto limitata dovrà risultare l'economia di esercizio così intensamente attivo e pesante come quello delle linee in costruzione.

Evidentemente quindi gli impianti iniziali non possono servirci che come esempi di ardita intraprendenza consentiti dalla esuberante ricchezza e consigliati dall'enorme bisogno di sviluppo di una città come New York.

Quando si pensa poi alla vastità delle comunicazioni ferroviarie negli Stati Uniti, la trasformazione dell'intero sistema od anche solo delle linee principali fatta in condizioni analoghe a quelle dei nuovi impianti di New York non potrebbe risultare conveniente neppure in un paese dove si può avere, come negli Stati Uniti il combustibile sulla griglia a meno di 7 lire per tonnellata.

La soluzione del problema ferroviario deve quindi ricercarsi nell'abbandono della corrente continua ricorrendo invece alla corrente alternata anche sulle linee di presa poichè con essa si ha il mezzo di mantenere il potenziale alto quanto si voglia eliminando le perdite della trasformazione e riducendo sensibilmente quelle dovute all'effetto Joule.

Però se allo stato attuale dell'elettrotecnica si può ritenere risolto in modo soddisfacente il problema delle trasmissioni principali non

Digitized by Google

si può dire altrettante per quanto si riferisce alle linee di presa ed al funzionamento degli automotori.

I sistemi trifasici, esperimentati finora in Europa, quantunque abbiano dato soddisfacenti risultati tecnici non sembrano destinati ad ulteriori sviluppi a motivo delle complicazioni dei conduttori di linea.

È da ritenersi quindi che la soluzione del problema debba piuttosto ricercarsi nell'uso della corrente monofase di linea la quale effettivamente presenta le stesse facilità di distribuzione della corrente continua.

Sebbene la soluzione dell'avviamento dei motori monofasi sottocarico e dell'applicazione loro alla trazione ferroviaria non sia ancora stata praticamente sanzionata da esercizi di qualche importanza pure gli esperimenti in corso tanto in Europa quanto in America lasciano sperare in un prossimo risultato esauriente. Negli Stati Uniti specialmente, ove si fanno sentire in proporzioni gigantesche le difficoltà delle trasformazioni progettate, si verifica da qualche tempo un salutare risveglio negli studi di tale questione.

Durante la nostra escursione abbiamo avuto occasione di esaminare alcuni di tali esperimenti fra i quali quelli della General Electric Company e della Compagnia Westinghouse entrambi effettuati con disposizioni completamente elettriche e tali da permettere il funzionamento dello stesso motore sia con corrente monofase che continua. Un'altra prova è in corso sulla linea Saint Louis-Lamsig, dovuta ad una dei nostri ospiti cortesi, l'ingegnere Arnold presidente dell'American Institute, il quale adottando un sistema combinato elettro-pneumatico ottiene lo spostamento degli statori mediante l'aria compressa; questa è utilizzabile anche come agente diretto di propulsione nei casi di momentanea sospensione della corrente alternata (1).

(1) Sopra la trazione monofase in America gli ingegneri Soleri e Segre hanno pubblicato in questi Atti (vol. IX, pag. 49 e 76) due studi speciali.

Digitized by Google

N. 36.

VI.

Prof. M. ASCOLI

IL TRASPORTO DEI PASSEGGERI

NELLE GRANDI CITTÀ AMERICANE [1]

Nelle grandi città americane, più che altrove, il quartiere delle abitazioni è ben distinto in generale da quello degli affari. Il centro degli affari è di necessità raccolto in un'area relativamente ristretta; ma col crescer del commercio va lentamente estendendosi e caccia sempre più lontane le abitazioni. L'enorme aumento del valore del suolo (in New York giunse oltre ai 1000 dollari per piede quadrato — 55,000 lire al metro quadrato — questo almeno è il minimo tra tutti i dati che ho potuto raccogliere nelle mie inchieste) ha prodotto tre effetti: il primo è la smisurata altezza dei fabbricati, il secondo è il decentramento della popolazione, il terzo la necessità di rapide e attive comunicazioni.

Nelle città poste nelle ampie pianure, dove non esiste alcun ostacolo naturale, il decentramento si è liberamente sviluppato, onde la zona abitata assunse enormi estensioni, fino a distanze di 15, 20 e più chilometri dal centro. Filadelfia presenta di questo fenomeno l'esempio più straordinario. Le piccole ed economiche abitazioni, che sorgono a migliaia ogni anno per opera delle Società di costruzioni, si diffondono lungo i viali eccentrici, nei giardini, nei parchi, in quartieri salubri ed eleganti. A Filadelfia non c'è, si può dire, famiglia che non abbia la sua casetta, tantochè la popolazione, di circa 1,500,000, occupa più di 300,000 case; meno di 5 abitanti per ciascuna! Tutte le classi della popolazione godono del beneficio di questo sistema. Ma quasi tutta la popolazione è costituita da lavoratori, che nelle ore di lavoro debbono accentrarsi nelle lontane officine, nei lontani uffici; tutti hanno bisogno di essere trasportati rapidamente, comodamente ed a buon mercato. E

(1) Da una conferenza tenuta presso la Sezione di Roma nel gennaio 1905. In questo sunto si sono esclusi alcuni particolari tecnici contenuti in altro articolo (vedi pag. 545).

Digitized by Google

a Filadelfia e in altre città il problema dei trasporti è stato risolto in modo perfetto.

Il problema delle abitazioni o delle pigioni, come si vede, non esiste; esiste il problema dei trasporti.

Il rapido aumento della popolazione obbliga a provvedere anche per l'avvenire. Di tale previdenza indizi sensibili, per chi visita le vicinanze delle città, sono le vaste zone nelle quali sono tracciate e spesso selciate le strade, colla fognatura, i marciapiedi, le condotte per illuminazione e per acqua, e tutto quanto è necessario per le vie di una città; ma è una città senza case sino ad oggi; domani sarà un quartiere popoloso e salubre disseminato sui prati o nei boschi.

Ma il problema incontra gravissime difficoltà in New York, costruita sopra l'isola di Manhattan (fig. 50) e stretta tra due larghi fiumi di difficile passaggio. Ne viene un maggiore interesse nello studio dei mezzi escogitati per risolvere difficoltà quali in nessun altro luogo del mondo si erano ancora presentate.

*
* *

La vecchia New York, col nome di Nuova Amsterdam, fu fondata sulla punta meridionale dell'isola di Manhattan, compresa tra la baia di New York a sud, l'East River ad est, l'Hudson a ovest (nord-ovest) e l'Harlem River a nord (nord-est). A poco a poco la città si andò estendendo verso il nord dell'isola, perchè i fiumi impedivano l'espansione nelle altre direzioni, sinchè ormai l'ha occupata in tutta la sua lunghezza di oltre 20 chilometri, con quasi due milioni di abitanti.

Nello stesso tempo si andavano formando ed estendendo altri centri, il più importante dei quali è Brooklyn, nella Long Island, al di là dell'East River; al di là dell'Harlem, il Bronx, M. Veron, ecc.; al di là dell'Hudson, Hoboken, Jersey City, Newark, Paterson, ecc. Tutti questi centri si possono considerare come sobborghi di New York, e furono a poco a poco incorporati nella città, la quale oggi (dal 1900) consta di cinque quartieri o borghi; Manhattan, Bronx, Brooklyn, Queens e Richmond. I centri al di là dell'Hudson non poterono essere incorporati, perchè appartengono politicamente ad un altro Stato (New Jersey); ciò non toglie che geograficamente ed economicamente appartengano alla grande città, di cui sono tributari. New York City forma così un centro di circa 3,600,000 abitanti. Gli Americani sono molto dolenti di non possedere la città

Digitized by Google

più grande del mondo; ma certo che, se potessero includervi i centri del New Jersey, la popolazione salirebbe ad oltre 5,000,000, e la città rivaleggerebbe con Londra, ed in breve tempo la supererebbe

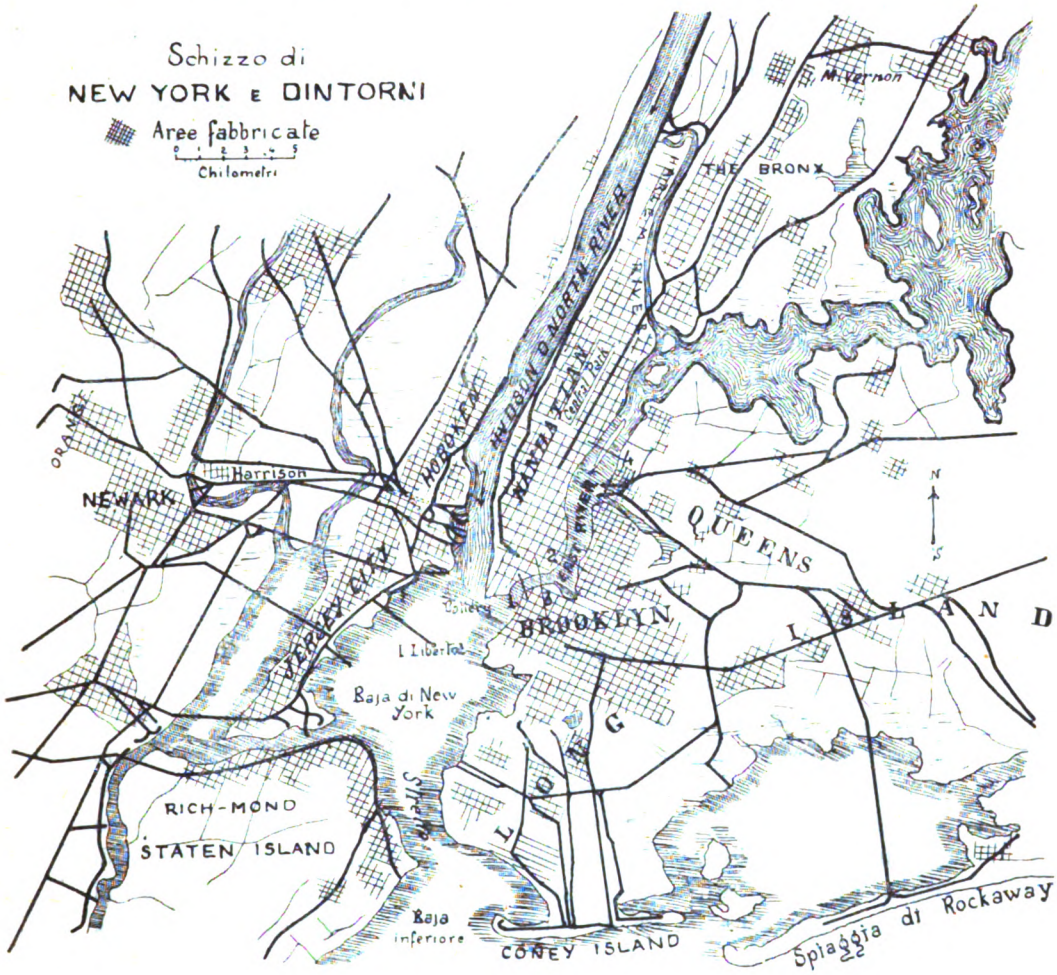


Fig. 50.

mercè l'aumento annuo, che si verifica nella proporzione di oltre 100,000 anime.

Il centro degli affari, il luogo dove risiedono gli uffici, le Banche, le Borse, le grandi Società industriali, i giornali, i grandi magazzini, è sempre nel vecchio centro; anch'esso andò a poco a poco estendendosi, cacciando verso nord le abitazioni; ma rimane sempre, per necessità, un centro relativamente ristretto. È strano che sieno

Digitized by Google

rimasti ancora intatti nel cuore di questa parte della città i quartieri più poveri, il russo, l'italiano, il cinese; ma è probabile che anch'essi siano destinati a sparire.

Ma la città degli affari, più che in superficie, va crescendo in altezza.

Alle case di 2, 3, 4 piani vanno sostituendosi quelle a 15, 20, 30, tutte occupate da uffici; alcune, contenenti 5000 o 6000 impiegati, ancora spesso isolate come torri; ma dovunque se ne veggono sorgere, dovunque si veggono in costruzione quelle caratteristiche gabbie di acciaio che, ricoperte di una cortina di mattoni o di pietra, diventeranno le residenze di nuovi uffici, di nuovi magazzini. Tutto ciò sopra una superficie assai limitata; lo *skyskraper* più avanzato verso nord è forse il *flatiron* a soli 5 chilometri dalla punta meridionale dell'isola (*the Battery*). Ora, è a questo centro, a questa città dai 20 piani che ogni mattina converge la folla degli impiegati e degli operai. Una grande corrente, la principale, scende il mattino dal nord, un'altra passa attraverso l'East River, una terza attraversa l'Hudson; le tre correnti s'incontrano, si urtano, e le due laterali trovano già tutti i mezzi di locomozione invasi dalla corrente del nord; ne nasce un ingombro tale da impensierire seriamente pel presente e per l'avvenire. Quando tutte le case basse del centro avranno i loro 15, 20 piani, il numero di persone che saranno chiamate nella stessa area della città degli affari sarà forse raddoppiato, e tutti i mezzi ora a disposizione e quelli che si potessero aggiungere in avvenire non sarebbero sufficienti, se non si pensasse anche a modificare la struttura della città. Il problema dei trasporti consiste dunque non solo nel preparare i mezzi meccanici che possano servire a portare un dato numero di persone al giorno, ma anche a fare in modo che il centro degli affari vada estendendosi in superficie, mandando le abitazioni al di là dei fiumi. È una tendenza che già da molto tempo si manifesta a New York, come nelle altre città, ma in misura insufficiente per l'insufficienza di adeguati mezzi di trasporto, specie attraverso i fiumi.

Tra Manhattan e il Bronx numerosi ponti, parecchi dei quali girevoli, attraversano l'Harlem; tra Manhattan e Brooklyn sino a poco fa non vi era ancora che il famoso ponte di Brooklyn.

Attualmente il nuovo ponte di Williamsburg non è ancora percorso dai binari; ma altri due ponti sono in costruzione. Questi ponti, che nel loro complesso porteranno 24 binari, alleggeriranno certamente il traffico dei *ferries*, e distribuiranno la corrente su una zona più vasta di Manhattan. Oggi il ponte di Brooklyn,

Digitized by Google

attraversato da più di 120 milioni di passeggeri all'anno, è affatto insufficiente al bisogno; esso versa nel cuore di New York, presso alla City Hall (municipio) una fiumana di gente che incontra enorme difficoltà d'infiltrarsi nelle vie del centro e di espandersi fino ai luoghi di destinazione; il servizio dei *ferry boats* (detti semplicemente *ferries*) supplisce solo parzialmente alla deficienza, ed è incomodo e lento, per quanto bene organizzato; ed i *ferries* costituiscono ancora l'unico mezzo per transitare attraverso l'Hudson, la cui larghezza aveva finora spaventato anche l'ardita iniziativa dei costruttori americani.

***

Fino a pochi mesi or sono il servizio dei passeggeri a New York era fatto esclusivamente per mezzo dei tram a livello (*surface railways*) e delle linee ferroviarie sopraelevate (*elevated*); a questi si aggiungevano i treni della compagnia ferroviaria che mettono in comunicazione la Grand Central Station con l'ovest ed il nord e percorrono longitudinalmente buona parte della città.

***

I binari per trazione a cavalli furono posti in alcune linee allora suburbane fin dal 1830; i cavalli furono poi sostituiti dal vapore; ma, quando la città si andò estendendo non si volle tollerare il fastidio del fumo e si tornò ai cavalli fino al 1870. Però anche in America esistono misoneisti che si opposero accanitamente alla posa del binario in Broadway; solo nel 1885 fu aperta in questa principale arteria una linea di tram a cavalli, mentre a Boston già si andava estendendo la rete a trolley. A New York il trolley fu escluso in modo assoluto, e sebbene fin dal 1895 fosse deciso di adottare il sistema a conduttore sotterraneo di Buda Pest, fino al 1903 continuarono degli esperimenti infruttuosi a fune, ad aria compressa, ad accumulatori.

Nel 1903 fu fatta la trasformazione completa di 650 km. di binario nell'isola di Manhattan con più di 40 linee; mentre nel Bronx con 150 km. ed a Brooklyn con 740, appartenenti ad un'altra compagnia, fu adottata la trazione aerea. Tutto insieme, si ha una rete di oltre 1540 km. e, comprendendo i centri sulla riva destra dell'Hudson, 1700 km. di binario a livello.

In una città come New York in cui il sottosuolo è percorso da ogni specie di condutture le difficoltà della posa della conduttura sotterranea per la trazione fu enorme e non fa meraviglia che il

Digitized by Google

costo dell'impianto sia salito a più di 300,000 lire al km. (200 milioni in tutto). New York e Washington sono le sole città americane che abbiano adottato questo sistema; le altre hanno tutte il trolley.

Anche la manutenzione è assai costosa, circa 1500 lire per km. Per la pulizia della conduttura vi sono appositi carri che trascinano una speciale spazzola occupante l'intera sezione del tubo.

Un tal sistema non può convenire che nelle città come le americane dove il reddito è enorme o in quelle come Buda Pest dove molti servizi pubblici sono fatti a perdita.

Qualche interruzione di servizio si ha per le pioggie violente, pei ghiacci, o, in alcuni punti, per le maree; ma ciò non avviene che una o due volte all'anno. In Manhattan vi sono più di 1200 incroci nei quali si devono manovrare degli interruttori a mano che si vanno sostituendo con altri automatici.

La profondità dei tubi è di circa 60 cm. con numerosi pozzetti dove si raccoglie la spazzatura; il pattino a doppio contatto striscia lungo i due conduttori a T formanti il circuito completamente metallico (v. pag. 549).

Il movimento di vetture di queste linee è enorme specialmente nelle ore del mattino e della sera all'apertura e alla chiususa degli uffici (*rush hours*). Mai durante il giorno l'intervallo tra vettura e vettura giunge ad un minuto, ma durante il gran traffico si tratta di pochi secondi (10-20). Le 3000 vetture della compagnia sono distribuite in 17 rimesse in media di 200 vetture, poste in punti convenientemente scelti in Manhattan in modo che a seconda del bisogno, chiamate telefonicamente dai numerosi ispettori e sopraintendenti, possano accorrere in poco tempo nei punti dove occorrono. Splendidamente era fatto un simile servizio di chiamata a St-Louis malgrado la difficoltà di servire il pubblico in misura così variabile, come nelle ore di uscita dall'esposizione. A New York il servizio si dirada verso sera ma prosegue tutta la notte sulle linee principali con intervalli di 5 o al più 10 minuti se le circostanze non richiedono di più.

I tram a livello in Manhattan trasportano 1,600,000 persone al giorno delle quali circa 1,200,000 in senso longitudinale.

Nelle due ore di massimo traffico (8-9 17-18) sono trasportati 160,000 passeggeri di cui 120 in senso longitudinale. In un'ora, dalle 11 alle 12, all'incrocio di Broadway colla 5ª avenue furono contate 1900 vetture!

Con questo enorme movimento non mancano collisioni ed accidenti di ogni specie ma sono relativamente pochi; nel 1902 in tutti

Digitized by Google

gli Stati Uniti non sono morte per accidente sui tram che 1218 persone sopra 2 miliardi di viaggianti, è un nulla in confronto delle 10,000 morte e 90,000 ferite nel 1903 sulle ferrovie degli Stati Uniti.

Il percorso medio di ciascun viaggiatore supera i 7 km. pel quale si paga una tariffa unica di 5 soldi. Il sistema della tariffa unica è adottato in tutte le reti americane ed in tutte le città grandi e piccole la tariffa è la medesima: 5 cents; assai bassa considerata la lunghezza dei tragitti, ed ancora abbassata dal largo uso che vien fatto delle corrispondenze o transfers. Per una corsa semplice il passeggero non riceve biglietto, ma lo può ricevere gratuitamento per continuare la corsa con altra vettura nella stessa giornata e nella medesima direzione; sono biglietti di 3 colori per la direzione sud per la nord e per la trasversale; è anche ammesso il ritransfer purchè nella medesima direzione. Prima di adottare questo sistema assai semplice si dava un biglietto che doveva esser marcato dal conduttore della vettura che si abbandonava e controllato da quello della vettura che si prendeva; ma l'enorme traffico impediva praticamente questo controllo ed il pubblico ne approfittava per girare in lungo e in largo tutta la città per tutta la giornata con 5 soldi. Questo mostra che tutto il mondo è paese e che ha poco fondamento la voce che in America si può sopprimere il controllo! Col sistema del transfers il prezzo medio della corsa scende a poco più di 3 soldi.

Tutte le vetture nelle città americane sono ormai a 4 assi o doppio truck. Quelle di New York non sono molto grandi per la natura stessa della città, tuttavia hanno almeno 28 e fino 36 posti a sedere; i posti in piedi non hanno limite: il *completo* non esiste; tutto il corridoio viene occupato ed anche i piccoli interstizi davanti alle ginocchia delle persone sedute; ciascuno si ingegna, riceve e dà spintoni senza scomporsi, rispondendo invariabilmente *all right* e procura di continuare la lettura del giornale. Si è verbizzata la parola gomito, *to elbow*, (gomitare la folla), come a proposito dei disastri ferroviari si è verbizzata la parola telescope per indicare il fatto frequente della penetrazione delle vetture l'una nell'altra, come i tubi di un cannocchiale (*to telescope*).

Spesso si vedono aggrappate da ogni parte persone come le api all'alveare, spesso se ne vedono sopra il cielo delle vetture. È singolare che non si siano in nessuna città, malgrado il bisogno impellente, adottate vetture con imperiale o a due piani.

Magnifiche le vetture di St-Louis con 52 posti a sedere, capaci di oltre 100 persone e pesanti 22 tonnellate a vuoto.

Digitized by Google

È vietato fumare dovunque, salvo nelle ultime 3 o 4 panche delle vetture aperte.

Le grandi vetture tramviarie di St-Louis hanno un freno Westinghouse cui l'aria compressa viene rifornita mediante bocche disposte lungo la linea.

Le vetture in New York sono tutte riscaldate mediante resistenze collocate sotto i sedili, l'illuminazione è fatta da 20 o 30 lampade.

La velocità media in New York è bassa, sebbene la massima possa giungere a 20-30 km.

*
* *

Nel 1870 con grande spavento delle compagnie tranviarie a livello, che avevano già in esercizio 228 km. di binario, fu iniziata a New York la costruzione delle ferrovie *elevated*. Lo spavento non fu giustificato perchè l'aumento del traffico, dovuto in parte agli stessi *elevated*, fu vantaggioso anche per i superficiali.

Fino al 1899 la trazione sulle *elevated* fu a vapore, ma dal 1899 al 1903 fu trasformata in elettrica, trasformazione che era già avvenuta a Chicago fin dal 1893. La trasformazione aumentò il traffico del 33 per cento e fu constatato che, mentre il costo della trazione a vapore era il 55 per cento degli incassi, quello della elettrica si abbassò al 45 per cento. Gli *elevated* servono a sfollare le vie troppo ingombre della città e perciò hanno sviluppo speciale nelle città dove maggiore è l'agglomerazione di gente e minori le facilità di circolazione; come a New York, Boston e Chicago.

La linea, sempre a doppio binario, ha l'aspetto di un ponte in ferro; è sostenuta da colonne di acciaio all'altezza presso a poco del primo piano (6 o 7 metri) delle case; talvolta, dove nella superficie della città si presentano degli avvallamenti, l'altezza sul suolo giunge fino a 20 metri; in questo caso si accede alle stazioni mediante grandi ascensori senza alcun pagamento. D'ordinario vi si accede mediante scale poste ai due lati della linea, una per ciascun binario, e svolgentisi per lo più lungo le strade laterali.

La linea a doppio binario generalmente percorre il centro delle grandi avenue, in New York qualche volta i due binari sono separati e posti ai due lati della via.

Il costo della linea sale a circa L. 250,000 per km.

Il servizio è molto rapido, comodo per i lunghi tragitti per i quali i tram superficiali son troppo lenti. Il pubblico lo trova molto gradevole e lo chiama col vezzeggiativo *L.*

Digitized by Google

In New York le *elevated* servono pel movimento longitudinale che è il più intenso. Quattro linee parallele partono dalla città meridionale per diventare poi tre, due ed una al di là dell'Harlem River; nell'insieme il loro sviluppo è di oltre 100 chilometri lungo i quali sono distribuite più di 110 stazioni. Una delle linee fa servizio diretto; 14,000 lampade servono alla illuminazione delle stazioni fatta colla corrente alternata dall'impianto principale. A Boston le stazioni sono costruite interamente in rame ed acciaio.

Le linee delle *elevaded* di Manhattan sono percorse da treni di sei grandi vetture ciascuno, con la velocità da 22 a 25 chilometri all'ora; la velocità è minore nelle ore di grande traffico in causa delle più lunghe fermate, che durano talvolta fino a 14 secondi.

I treni si succedono in ciascuna direzione a meno di 2 minuti d'intervallo; ma nelle ore di maggior traffico si succedono quasi senza interruzione; il servizio su due delle linee dura tutta la notte con un massimo intervallo di 10 minuti.

Il servizio è fatto con 1500 vetture, di cui 850 automotrici. Fino 1332 vetture si trovano in movimento simultaneamente, e trasportano in media 850,000 persone e fino ad oltre 1,000,000 al giorno. Le vetture contengono 48 posti a sedere.

Il sistema di comando è quello detto a unità multiple (Sprague). Il manovratore tiene sempre la mano sulla manovella; se la toglie, s'interrompe la corrente su tutte le vetture automotrici. I patini di contatto di tutte le vetture sono congiunti tra loro per garantire la continuità del contatto.

Quattro spazzaneve composti di spazzole di acciaio possono essere abbassati dal manovratore o anche dal personale di linea.

Ogni vettura ha due motori di 125 HP a 4 poli.

La terza rotaia a New York è di acciaio dolce con poco carbonio, di resistenza 8 volte quella del rame, mentre quella dell'acciaio ordinario delle rotaie è 12 volte.

La rotaia è fissata a sostegni di ferro cementati in isolatori di granito artificiale (*reconstructed granite*); il livello di essa è 10 c. sopra quello del binario.

Una sola delle rotaie serve al ritorno della corrente; l'altra serve per le segnalazioni di blocco.

In molte linee americane è usato il blocco elettro-pneumatico; il segnale fisso sulle linee è manovrato da un cilindro ad aria compressa, con valvole elettro-magnetiche, comandate dalla corrente locale di un *relais*.

Una delle rotaie è formata da tratti isolati elettricamente ad

Digitized by Google

ogni blocco. Una piccola batteria di accumulatori ha i poli congiunti ai due binari; normalmente passa la corrente, che eccita il *relais*, per indicare *via aperta;* se il treno entra nel blocco, mette in corto circuito il *relais,* che cessa di essere eccitato, e il segnale si volge a *via chiusa.* Questo sistema, usatissimo nelle ferrovie a vapore, richiede qualche precauzione per non essere disturbato dalla corrente di linea.

Tutte le vetture sono riscaldate elettricamente; d'inverno il consumo d'energia sale dal 2.57 a 3.35 kw. per vettura-miglio; la differenza è dovuta per la maggior parte al riscaldamento.

Le *elevated* a New York appartengono ad una Compagnia diversa dai trams superficiali, e non è ammessso il *transfer* dall'una all'altra. Invece a Boston il passaggio dalle *elevated* ai superficiali ed ai sotterranei, o viceversa, è ammesso liberamente mediante i *transfers,* con grande vantaggio del pubblico.

***

A questi sistemi funzionanti nell'isola di Manhattan e nel Bronx, che trasportano circa 2,500,000 persone al giorno, si deve aggiungere la vasta rete di Brooklyn, che ne trasporta circa 1,000,000, delle quali più della metà vanno e vengono da Manhattan attraverso il ponte di Brooklyn o coi numerosi *ferry boats.*

La rete di Brooklyn comprende tanto il sistema delle *elevated* quanto quello dei trams superficiali, con 652 vetture per i primi e 1600 per i secondi. Sono 110 chilometri di binario *elevated,* 740 chilometri di superficiale. Il servizio di Brooklyn è caratterizzato dalle grandi fluttuazioni dovute alle stazioni estive, ai campi di corsa e di giuochi e a divertimenti di ogni specie che si trovano nella Long Island; talvolta si trasportano 375,000 escursionisti in un giorno, e nelle belle domeniche il traffico supera del 250 per cento quello delle brutte.

Il materiale elettrico delle vetture e di linea non differisce sensibilmente da quello di Manhattan.

Le vetture del sistema di Brooklyn attraversano il ponte fino alla sua estremità nel cuore di New York, presso la City Hall; ne passa persino una ogni 12 secondi; 320,000 persone al giorno passano il ponte sulle vetture.

***

Per completare il quadro del movimento della grande città, si deve tener conto dei treni locali ferroviari sia in Long Island che

Digitized by Google

in New Jersey, in Manhattan stessa e in Richmond, oltre ai *ferry boats,* che portano più di 800,000 persone al giorno; per modo che si giunge alla somma straordinaria di oltre 4,500,000 passeggeri ogni giorno.

***

Eppure il bisogno che ha la popolazione di espandersi in cerca di aria, di luce e di residenze economiche, il continuo aumento sia in superficie che in altezza del centro degli affari, mostrarono che i mezzi di comunicazione erano insufficienti al bisogno, e tra le Società ferroviarie, quelle dei trams di città e il municipio si formò un vasto, un colossale piano di ampliamento, in parte già eseguito, in gran parte in corso di esecuzione e da aprirsi al servizio entro quattro anni circa ed in parte ancora in progetto. Nel formulare questo piano si è tenuto conto del fatto incontestabile che qualsiasi facilitazione dei mezzi di trasporto produce un grande aumento del movimento, tanto che, mentre ogni cittadino di New York (*Newyorker*) nel 1860 faceva 47 viaggi all'anno, nel 1880 ne faceva 182, nel 1890 283, nel 1900 388 e nel 1903 415! C'è dunque ragione di prevedere la necessità di trasportare non 4 o 5, ma 7 od 8 milioni di persone al giorno!

Di questo vasto piano fa parte la rete sotterranea municipale, esercitata dalla Compagnia delle *elevated*, che abbiamo percorso col treno inaugurale nello scorso settembre e che ormai funziona regolarmente.

La storia della linea sotterranea merita di essere ricordata da chi considera con spirito pessimista l'andamento delle cose in casa nostra. Il primo progetto data dal 1868! Successivamente ripreso nel 1872, nel 1881, 1883, 1886, 1896, fu finalmente concretato nel 1897 quando per *referendum* fu stabilito che la proprietà delle linee doveva essere della città. Ma ancora per 3 anni una lotta titanica si dovette sostenere contro le difficoltà sollevate dal municipio, dai privati, dai tribunali, dai capitalisti. Nel 1900 fu firmato il contratto col municipio; in circa *200 pagine a stampa* esso entra in tutti i possibili dettagli, lasciando agli assuntori ogni rischio finanziario e liberandone interamente la città. Dopo non piccole difficoltà i lavori furono assunti dalla Interborough Rapid Transit Co., che assunse poi anche l'esercizio della linea insieme a quello delle *elevated*. È una storia di 32 anni che, se mostra la tenacia nella lotta, mostra nel tempo stesso che anche in America le grandi intraprese non trovano sempre spianata la via davanti a sè.

Digitized by Google

Il lavoro però, una volta cominciato, malgrado le difficoltà enormi provenienti dalle condizioni del sottosuolo e dalla necessità di non interrompere il traffico della città, procedette sollecitamente; cominciato nel 1900, fu completato in soli quattro anni.

Le vetture hanno 52 posti, 24 riscaldatori sotto i sedili, regolabili a 8, 16, 24 amp. Pesano 34 tonnellate vuote. Ogni cura è presa per evitare il pericolo d'incendio; le ultime vetture, costruite dopo il disastro di Parigi, sono fatte interamente in acciaio.

Il materiale mobile consta di 700 vetture, delle quali 430 automotrici. Il movimento sarà effettuato con treni di 5 vetture ogni minuto in media, ed avranno la velocità di 22-26 chilometri.

I treni espressi avranno 8 vetture, e partiranno ogni 3 minuti.

La capacità di trasporto sarà di circa 750,000 persone al giorno.

Sono però in progetto delle estensioni e diramazioni del sistema.

Circa 50 stazioni sono distribuite lungo la linea; un apposito impianto è fatto nella centrale elettrica per la loro illuminazione e per quella della galleria. Le lampade ad incandescenza sono in serie di 5 a 600 volt, in modo che, in caso di necessità, i 600 volt possono esser presi al binario. Pel riscaldamento delle stazioni la presa della corrente è fatta al binario.

Questa linea provvede ad un aumento relativamente non molto grande del traffico in Manhattan; ma non risolve ancora il problema del movimento trasversale di cui la necessità è sempre più sentita.

*
* *

A questo si provvede in parte colla costruzione dei nuovi tre ponti sull'East River che porteranno un aumento di 20 binari attraverso il fiume, evitando in parte l'uso tedioso dei *ferries* dalla parte di Long Island; ma gli accessi dei ponti dalla parte di Manhattan saranno sempre difficili e d'altronde il problema dell'Hudson non ne riceve alcun sollievo.

Da ciò il progetto grandioso della C^{a} ferroviaria di Pennsylvania. Questa, che ha la sua sede e la sua stazione terminale in Philadelphia, (fig. 51) non è congiunta direttamente con New York, ma deve arrestare all'Hudson le linee, che protendono i loro tentacoli verso la grande metropoli (vedi fig. 50 a pag. 569) senza poterla raggiungere.

Il progetto di un tunnel sotto il fiume non poteva essere considerato, per un traffico così intenso, all'epoca della trazione a vapore in causa del fumo. Quello di un ponte fu ventilato, ma abbandonato per l'enorme spesa dell'opera e delle espropriazioni agli accessi in Manhattan. La diffusione della trazione elettrica fece rinascere il

Digitized by Google

primo progetto del tunnel sotto l'Hudson e sotto l'East River, per congiungere New Jersey, attraverso Manhattan, con la Long Island e la Nuova Inghilterra. La concessione fu definitivamente ottenuta il 22 dicembre 1902 colla condizione che i lavori cominciassero entro tre mesi e l'esercizio si aprisse entro 5 anni. Ed ora i lavori procedono alacramente. Mirabile è l'organizzazione del personale dirigente e la divisione tra di esso delle attribuzioni diverse.

Le linee generali di questo progetto, date in altro articolo (pagina 545), sono:

1. Grande stazione terminale nel cuore di New York.
2. Due tunnels sotto l' Hudson.
3. Quattro tunnels sotto l'East River.
4. Nuovo ponte sull'East River per una diramazione.
5. Esercizio con locomotive elettriche pei treni espressi.
6. Esercizio con locomotive, oppure a unità multiple pei treni locali.
7. Piazzali di binari a New Jersey ed in Long Island.

La nuova linea comincia presso Harrison in New Jersey, entra in doppio tunnel discendente sotto Bergen Hill (pendenza 1.5 %) fino alle rive dell'Hudson, dove entra nel tunnel d'acciaio, sotto il fiume. La via sarà sostenuta da travi di acciaio ed il tubo rivestito di cemento, con marciapiedi e canali pel passaggio dei diversi conduttori. In città il tunnel continua in muratura a due binari fino alla stazione e riprende a quattro binari fino all'East River, dove ricomincia il tunnel sotto al fiume analogo a quello dell'Hudson, ma a quattro tubi appoggiati direttamente alla roccia; la linea finisce in trincea a Long Island.

Fig. 51. — La stazione Pennsylvania a Philadelphia.

La stazione sarà monumentale; il piano dei 21 binari sarà a 14 metri sotto il livello stradale per non interrompere le strade di Manhattan che passeranno su ponti al disopra dei binari (110,000 mq. e 1,500,000 mc. di sterro, quasi tutto nella roccia).

Digitized by Google

La sala d'aspetto di 2700 mq. e 45 m. di altezza, sarà ad un livello intermedio. La stazione servirà esclusivamente per viaggiatori ed avrà la capacità di 1052 treni al giorno e di 144 nell'ora del massimo traffico.

Su ciascuna delle sei linee di accesso correrano in ciascuna direzione treni colla frequenza di minuti 2-2.5, ciò che dà un movimento di 4-6 treni al minuto!

Nelle stazioni estreme si dovranno scambiare le locomotive elettriche con quelle a vapore, fino a 6 volte al minuto!

Le locomotive elettriche saranno di un tipo unico; se ne stanno costruendo due che rimarranno per un anno in prova sulla linea di Baltimora; esse avranno la velocità media di 50-60 km. e la massima di 90.

*
* *

Altro lavoro grandioso in corso di costruzione è quello della New York Central. Attualmente i binari di questa Compagnia servita a vapore corrono longitudinalmente verso nord dalla Grand Central Station, interrompendo la continuità delle strade e molestando per l'enorme traffico di 6-700 treni al giorno la città. La Compagnia nel 1902 decise di trasformare la trazione a vapore in elettrica e di abbassare il livello delle linee al disotto del livello stradale. Nel 1903 ottenne la concessione colla condizione che il lavoro sia compiuto entro 5 anni fino all'Harlem. Ma la Compagnia si propone di compiere un lavoro assai più vasto entro 4 anni, estendendo le linee anche al di là dell'Harlem, con 94 km. di linea e 485 di binari. Furono presi in considerazione i diversi sistemi in uso, ma fu deciso per la corrente continua, non volendosi aspettare l'esito delle esperienze attuali sull'alternata.

I treni locali saranno ad unità multiple, i pesanti espressi a locomotive di tipo unico da accoppiarsi col sistema delle unità multiple. È da notarsi che in America nelle ferrovie non si usa mai la trazione multipla; ma si hanno invece numerosi tipi di locomotive che si scelgono a seconda del peso del treno. Ciò per evitare l'aumento di peso morto e di personale. È quindi considerato come uno dei sensibili vantaggi della trazione elettrica quello della possibilità e facilità dell'accoppiamento delle locomotive. 30 locomotive da portarsi poi a 50 furono ordinate alla G. E., nelle cui officine si vedono in costruzione; esse sono da 85 tonnellate, a 6 assi, con motori della potenza di 2200 HP nominali e 2800 massimi. Un binario di

Digitized by Google

prova di 10 km. fu costruito a Schenectady. Si calcola sopra un notevole guadagno sul peso utile in confronto delle locomotive a vapore.

*
* *

La Compagnia della Pennsylvania sta inoltre trasformando in elettriche *elevated* 40 linee a vapore superficiali che essa possiede nella Long Island, intorno a Brooklyn, e per queste progetta un altro tunnel sotto l'East River, mettente capo alla punta meridionale di Manhattan, alla *Battery*.

*
* *

Per servire tutto questo colossale sistema di trasporti elettrici, numerose sono le centrali in attività ed in preparazione, tutte di proprietà delle società esercenti.

Attualmente sono in funzione, come abbiamo visto, quattro grandi sistemi.

I tram superficiali di Manhattan e Bronx.

Gli *elevated* di Manhattan e Bronx.

Il *subway* di Manhattan.

Il sistema di *elevated* e di superficiali in Brooklyn.

I superficiali hanno due centrali, l'una di 38,000, l'altra di 28,000 kw.

Gli *elevated* hanno una stazione di 47,000 kw.

Il *subway* una stazione di 55,000 kw.

Brooklyn ha 7 stazioni generatrici, già appartenenti a varie società, per una potenza complessiva di 61,500 kw. e ne sta costruendo una di 66,000.

Le ferrovie della Pennsylvania stanno costruendo una stazione in New Jersey di 44,000 kw. ed una in Long Island di 66,000.

La New York Central costruisce due centrali per le due linee principali, ciascuna di 30,000 kw.

Abbiamo così una capacità totale attualmente in esercizio di

229,500 kw.

e tra quattro anni ne avremo una di

459,500 kw. pari a 623,000 cavalli:

e ciò per solo servizio di trazione nella sola città di New York e sue immediate vicinanze!

Di queste centrali non è qui il caso di discorrere dettagliatamente; ciò è fatto in uno speciale articolo (vedi pag. 497).

Digitized by Google

Salvo alcune delle piccole centrali di Brooklyn, le altre sono tutte a corrente alternata a 50 alternazioni a potenziale di 11,000 v. (*elevated*, *subway*, *Pennsylv*, *New York Central*) o a 6600 (*surface*) trasformate nella sottostazione a 600-650.

Il macchinario elettrico è quasi tutto delle case Westinghouse e General Electric.

L'eccitazione degli alternatori è sempre fatta con eccitatrici indipendenti. Grande cura si ha per garantire la sicurezza del funzionamento di queste; tanto che, in ciascuna officina, alcune di esse sono mosse da motore a vapore, altre da motore elettrico, ed infine vi è una batteria di accumulatori di soccorso.

Tutte le grandi officine sono divise in sezioni, ciascuna delle quali rappresenta una officina completa indipendente, dalle caldaie al quadro, dai portacarbone al camino. Se un servizio ha due centrali, queste sono congiunte in modo da poter essere di aiuto l'una all'altra.

Molta importanza è data nei contratti al sovracarico che le dinamo possono sopportare; esso giunge talvolta al 50 e fino al 100 %.

Tutto ciò per assicurare in modo assoluto la continuità del servizio.

*
* *

Nel parlare degli impianti di New York ho accennato di passaggio a qualche altra località; non è possibile passare qui in rivista gli impianti in tutte le grandi città; d'altronde per la maggior parte le caratteristiche di New York si verificano anche altrove in proporzioni più modeste, salvo le linee a contatti sotterranei, che non si ritrovano che a Washington, la più bella città degli Stati Uniti, dove, prima che a New York, fu adottato il sistema di Budapest.

*
* *

Dei 150,000 operai cui è affidato il servizio tramviario negli Stati Uniti, circa 30,000, nel 1902, appartenevano a New York, di cui la maggioranza guadagna intorno alle 11 lire al giorno; gli altri dalle 5 alle 20 (in media 10). Tra di essi si formano numerose società di previdenza e di mutuo soccorso appoggiate dalle Compagnie, le quali, assai severe nell'ammissione e nella disciplina, provvedono alla loro istruzione tecnica mediante riunioni periodiche dove si discute sul servizio e mediante scuole pratiche speciali. Nei *clubs* dove avvengono queste riunioni si trovano biblioteche, sale di lettura, di bigliardo, di ginnastica.

Digitized by Google

Il reddito lordo della trazione in New York era, nel 1902, di circa 300 milioni, il netto dalle spese di trazione di 125; mentre per tutta l'Unione le due cifre salgono a 1250 e a 500 milioni di lire. Tutto ciò non comprende i recenti maggiori sviluppi dovuti alla *Subway*, nè il movimento dei *ferries*.

Il diagramma del carico delle officine generatrici dà un'idea dello svolgersi della vita nella grande città. Un diagramma del gennaio 1904 preso all'officina delle *elevated* mostra come la minima potenza nelle 24 ore fu di 5000 kw., dalle 2 alle 4 di notte; questa potenza, data da una delle grandi unità elettrogene, supera il massimo dei nostri più grandi sistemi di trazione. Dopo le 4 comincia un aumento che diventa rapidissimo fino alle 7, nel qual tempo si va aggiungendo una unità di 5000 kw. ad ogni 20 minuti circa; dalle 7 alle 9, le ore in cui la grande fiumana si avvia al lavoro, si ha un massimo di circa 48,000. Dopo ciò la potenza decresce per mantenersi intorno ai 30,000 kw. dalle 11 alle 15; verso le 17 si raggiunge il secondo massimo che supera i 50,000 kw., quando la fiumana torna a casa, per poi decrescere rapidamente a 20,000 verso mezzanotte e poi al minimo di 5000. E ciò per una sola delle grandi centrali.

Un accentramento così grandioso del servizio dei trasporti non si verifica in nessuna altra città del mondo. A Londra una buona parte del movimento è ancora affidato agli omnibus a cavalli, alle vetture pubbliche, ai pedoni. A New York tutto è affidato ai mezzi meccanici, ciò che dà al movimento delle grandi arterie di New York un carattere ben diverso da quello di Oxford o di Regent Street a Londra; anche i pedoni, stante la comodità e la convenienza dei mezzi di trasporto, sono relativamente scarsi, salvo nei punti dove le *elevated* versano il loro carico, e tra questi impressionante è lo sbocco del ponte di Brooklyn.

Se le proporzioni del movimento negli Stati Uniti e specialmente in New York sono troppo al di sopra delle nostre perchè sia il caso di prendere a modello quegli impianti colossali, è certo che grande profitto i nostri tecnici possono trarre dallo studio dell'organizzazione così grandiosa e perfetta della quale ho tentato di dare una idea generale.

Digitized by Google

N. 37.

VII.

Ing. E. SOLERI

L'ELETTRICITÀ ALL'ESPOSIZIONE DI ST.-LOUIS

La Louisiana Purchase Exposition, commemorante uno dei più grandi avvenimenti della Storia degli Stati Uniti, quale l'acquisto di un territorio di dodici Stati, grande quanto un continente, e che fu l'inizio dell'espansione del giovane popolo, ha dato motivo alla A. E. I. di organizzare la sua gita, che, felicemente condotta, ha riaffermato il legame di solidarietà che unisce gli elettricisti di ogni parte del mondo (fig. 1).

*
* *

L'Esposizione internazionale di Saint-Louis, che segue a così breve distanza le Esposizioni di Parigi e di Dusseldorf, non avrebbe avuto alcuna speciale importanza, poichè le costruzioni elettriche si sono affermate in quelle esposizioni ad un grado tale di perfezionamento e di stabilità di tipi, da non potere presentare oggi novità degne di un convegno internazionale di costruttori, se elementi e caratteri speciali non avessero contribuito a renderla, per motivi assai diversi, molto utile, sia al tecnico americano che a quello europeo.

L'elettricità che delle successive esposizioni ha formato le pietre migliari del suo perfezionamento e che dalle novità ivi rese pubbliche e dalle discussioni in quelle occasioni svolte, dalle successive convenzioni stabilite nei congressi tenuti allora, ha tratto il principale mezzo di diffusione e di uniformità nelle unità fondamentali, ha trovato modo di affermarsi nella nuova esposizione, come non ha fatto mai in alcun altra, e sotto una forma, per quanto riguarda l'elettrotecnica, nuova. Se gli ordinatori di questa mostra avessero pensato semplicemente a chiamare i costruttori a presentare le novità preparate negli ultimi quattro anni, non avrebbero, salvo poche eccezioni riguardanti alcuni tipi di macchine, fatto che una raccolta di particolari tecnici speciali, senza interesse pel gran pubblico tecnico, e che non sarebbe stata di efficace ammaestramento nelle condizioni dell'industria elettrotecnica americana, che produce tipi

Digitized by Google

molto uniformi; essi invece credettero di rendere questa esposizione interessante e coefficiente dello sviluppo delle industrie elettriche, facendone un gran laboratorio industriale ed una centrale elettrica modello.

Una quantità enorme di elettricità viene generata in questa centrale e provvede a tutti i servizi dell'esposizione sotto forme molto diverse ed in condizioni assai varie di applicazioni.

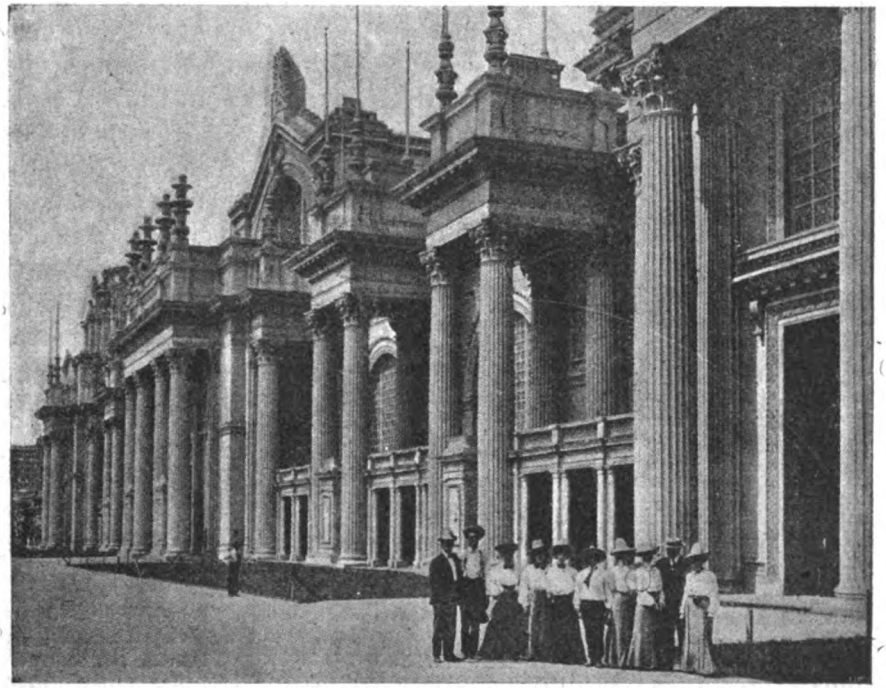


Fig. 52. — Palazzo dell' Elettricità.

L'Esposizione di Saint-Louis poi, che ha trovato in Europa il mercato industriale stanco dal succedersi di questi costosi convegni internazionali, e tormentato da crisi varie, rappresentava invece per gli Stati Uniti d'America una necessità: dieci anni dopo l'Esposizione di Chicago, dopo un periodo in cui l'industria elettrotecnica ha modificato pressochè tutti i suoi tipi, grandi novità si sono manifestate nel campo della telefonia e della telegrafia come dell'illuminazione elettrica, gli Americani hanno sentito il bisogno di riassumere tutto questo materiale, di renderlo pubblico e di porlo a confronto con la produzione internazionale. È importante notare come lo scambio delle macchine elettriche tra il nuovo e l'antico

Digitized by Google

mondo sia regolato da elementi del tutto speciali, dividendo le industrie elettriche in due grandi classi: quelle produttrici di macchinario elettrico, il quale non trova, per le gravi spese di trasporto, di dogana e per l'uniformità dei tipi, mezzo di scambio, e quelle produttrici di apparecchi telefonici e telegrafici e di lampade elettriche, in cui gli elementi dello scambio sono diversi e gli Americani hanno un'incontrastata superiorità; ne viene che lo scambio fra i continenti è assai scarso e diretto in una sola direzione. Per questi motivi, che sono appunto quelli che rendono limitato il concorso degli industriali europei alla presente esposizione, e le distanze che rendono costosi ed inefficaci questi concorsi, gli Stati Uniti d'America non avevano manifestato all'Esposizione di Parigi tutta la loro potenza industriale e desideravano di chiamare a concorso la produzione internazionale in un mercato in cui essi si fossero trovati in condizioni privilegiate. Per questi motivi e per altri d'indole generale, interessanti l'intiera esposizione, si volle fare quest'anno un'esposizione internazionale in Saint-Louis, e se noi la vogliamo considerare sotto questo aspetto, dobbiamo riconoscere, come altrimenti era facile a prevedere, che il tentativo è fallito, l'esposizione, specialmente per quanto riguarda l'elettricità, è più americana che internazionale.

Questa circostanza è sufficiente a rendere chiaro il carattere della sezione di elettricità, che rispecchia tutti i caratteri dell'industria americana, di un'industria che non avrebbe potuto di per sè dare materia ad una grande esposizione in fatto di costruzioni elettromeccaniche, poichè poche case potentissime sono padrone del mercato, non sono soggette a concorrenze, si trovano nelle condizioni più favorevoli per la diffusione dei loro prodotti in un continente grande quanto l'Europa, senza gravami di dazi, con larghi mezzi di trasporto, sono padrone di quei brevetti che in Europa sono di dominio pubblico e mantengono nei loro tipi una grande uniformità (in America la Westinghouse ha soli due tipi di macchine a corrente continua). Queste case però ed altre minori, che vivono delle briciole di questi colossi industriali, hanno voluto contribuire al successo di questa esposizione, presentando i principali loro tipi ed installando gruppi elettrogeni di grande potenza.

Nel campo invece della telegrafia e telefonia, delle lampade elettriche, in cui negli Stati Uniti si lavora intensamente e la concorrenza, sia degl'industriali che delle società esercenti, spinge a novità di ogni natura, la sezione di elettricità offre un gran numero di espositori, di cui molti hanno veramente importanza.

Digitized by Google

Riassumendo: i caratteri principali di questa grande esposizione sono di presentare applicazioni dell'elettrotecnica sotto ogni sua forma con una ricca mostra delle macchine funzionanti destinate a

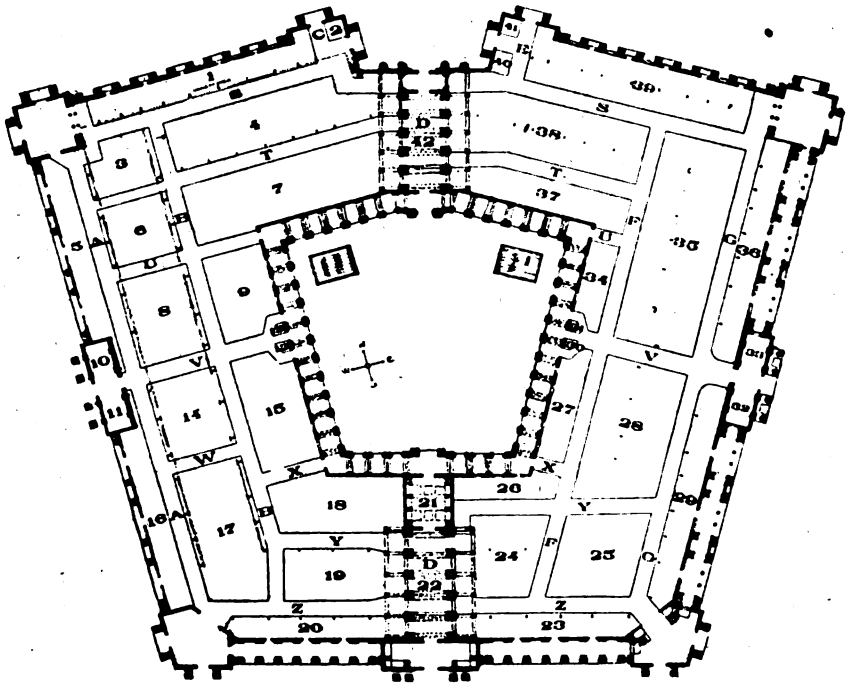


Fig. 53. — Pianta del palazzo dell'elettricità.

questo scopo, di presentare tutti i tipi migliori delle grandi case americane, diretti essi pure alle applicazioni delle macchine elettriche alle industrie, ed in modo speciale alla trazione e alle miniere, con novità in tipi di turbo-alternatori, di convertitori e di motori monofasi, di presentare una minuta esposizione di novità in telegrafia e telefonia, sia a fili che senza fili. Questi caratteri la rendono assai interessante pel tecnico europeo, a cui sono famigliari i nostri tipi, presentandogli quella parte dell'esposizione su cui egli avrebbe diretta in modo speciale la sua attenzione.

Illuminazione.

L'Esposizione di St-Louis è stata una vera apoteosi dell'illuminazione elettrica, poichè tutti gli edifizi furono riccamente illuminati, in modo da apparire durante la notte completi nelle loro linee architettoniche e abbelliti da fantastici giuochi di luce, di cui gli americani sono maestri (fig. 3).

Digitized by Google

Le colonne degli edifizi vennero illuminate con linee di lampadine ad incandescenza a vari colori, collocate secondo la generatrice posteriore, in modo da farle apparire come di ebano su una super-

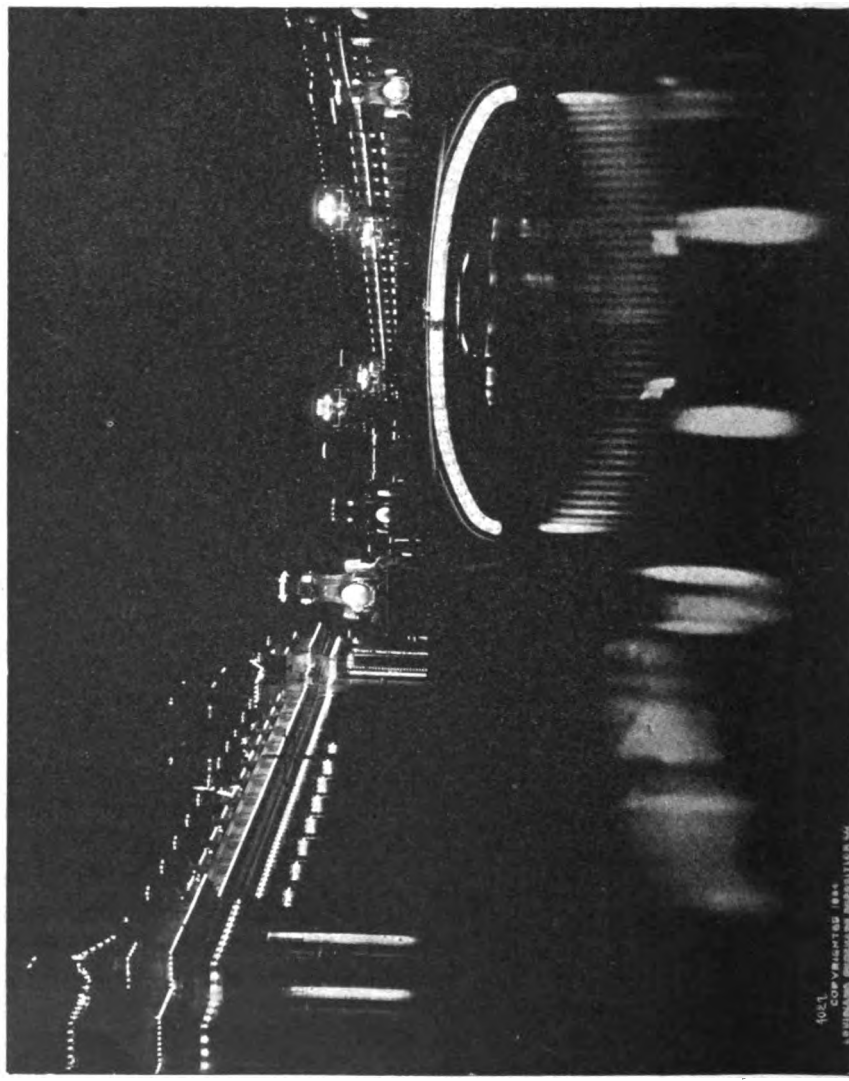


Fig. 54. — La laguna illuminata.

ficie argentea; così le statue e le decorazioni apparivano per mezzo di contrasti luminosi così visibili come durante il giorno.

Gli interni degli edifizi vennero sfarzosamente illuminati con lampade ad arco, fatta eccezione pel Palazzo delle belle arti, illuminato con lampade Nernst.

Digitized by Google

La lampada Nernst, giunta dall'Europa, viene diffondendosi per opera della Westinghouse: come nel vecchio continente la sua pra-

Fig. 55.
La lampada a vapori di mercurio.

ticità ed economia è molto discussa, mentre la sua luce lunare, elegantissima ed opportuna per illuminare ambienti chiusi e vetrine, è generalmente ammirata.

La lampada a vapori di mercurio, largamente usata per illuminazione di sale di disegno, di officine e di studi fotografici, è invece una novità per il tecnico europeo.

Questa lampada, preconizzata dal Way nel 1860, brevettata dal Rapieff nel 1879, era stata studiata dall'Aron, che facendo il vuoto nel tubo in cui diventavano luminosi i vapori di mercurio, ne aveva riconosciuta la loro grande intensità luminosa.

L'Hewitt, considerando il fenomeno dell'incandescenza dei vapori, più che un arco, un fenomeno di conduzione, ed analizzando i valori delle resistenze dell'anodo della colonna e del catodo, costruì la sua lampada a vapori di mercurio, formata da un serbatoio contenente al catodo una sufficiente massa di mercurio (fig. 55), che nel vuoto, sotto l'azione della corrente, si sublima e riempie con vapori, resi incandescenti dal passaggio della corrente, un tubo, sulle cui pareti si condensa per ricadere nella vaschetta catodica. La lampada è stata messa in commercio per funzionare in circuiti a corrente continua

Per adescare la lampada, è necessario fare scoccare una scintilla tra i due elettrodi, per volatizzare una quantità di mercurio sufficiente da condurre la corrente, per il che è necessario di provocare una scarica di circa 10,000 volt; per quanto il Cooper Hewitt abbia ideato e stia perfezionando metodi per attuare con un rocchetto di induzione una tale scintilla, le lampade messe in commercio ottengono l'adescamento ponendo in contatto i due elettrodi mediante il mercurio stesso, che, quando si rovescia la lampada, stabilisce un corto circuito tra i due reofori. — Il sistema richiede una discreta quantità di mercurio nella lampada e un operatore per accenderla.

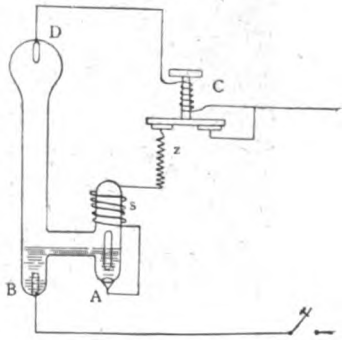


Fig. 56. — Schema della lampada Weintraub.

Nello Stand della General Electric Co., è esposta invece una lampada a vapori di mercurio ad autoaccensione, del Weintraub,

Digitized by Google

che ottiene l'accensione di una colonna di vapori di mercurio mediante una scintilla ottenuta fra elettrodi ausiliari, contenuti nel tubo stesso della lampada.

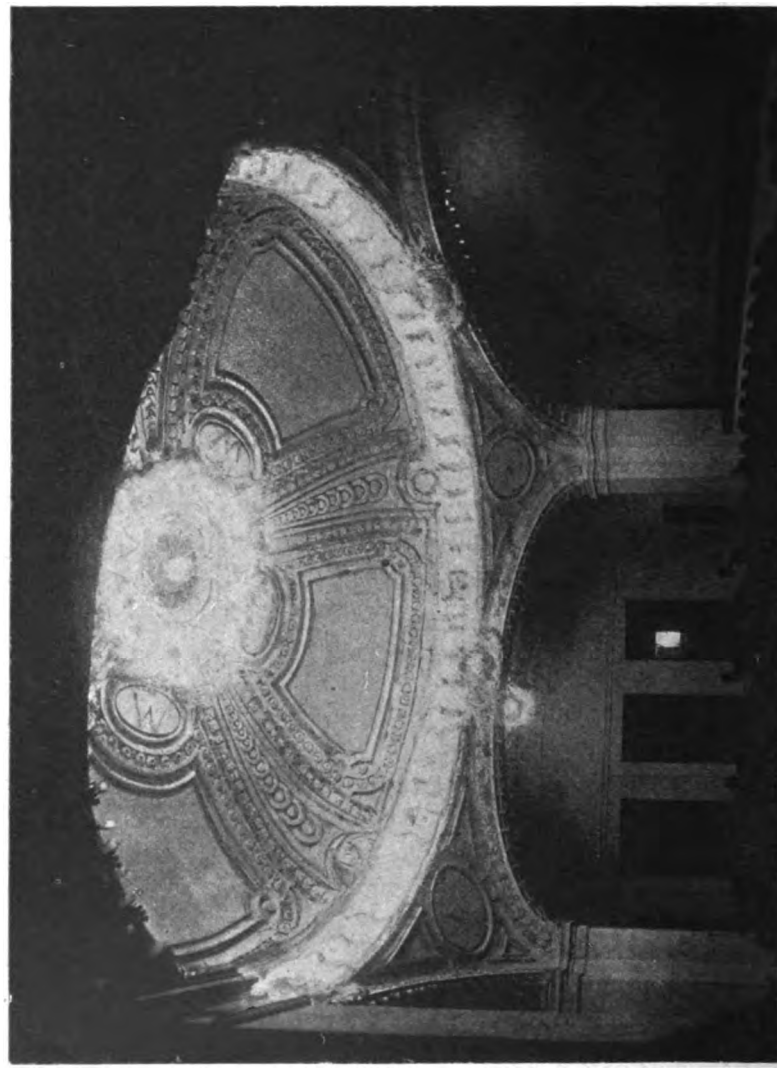


Fig. 57. — Fotografia di un'interno (*Auditorium* Westinghouse) illuminato con lampade Nerst.

Nello schema annesso *B* e *D* (fig. 56) sono gli elettrodi della lampada, *A* è un elettrodo connesso al polo positivo attraverso ad una resistenza.

Nel pozzetto *A* è immerso un nucleo di ferro che, spostando il mercurio, stabilisce il contatto elettrico tra *B* e *A*. La corrente passa da *B* ad *A* e, percorrendo il solenoide *S*, solleva il nucleo di ferro,

Digitized by Google

il mercurio si ritira nel pozzetto *A*, e rompendosi il circuito, scocca una scintilla che accende la colonna *BD*, mentre l'anodo ausiliario *A* viene disinserito da un interruttore automatico *C*.

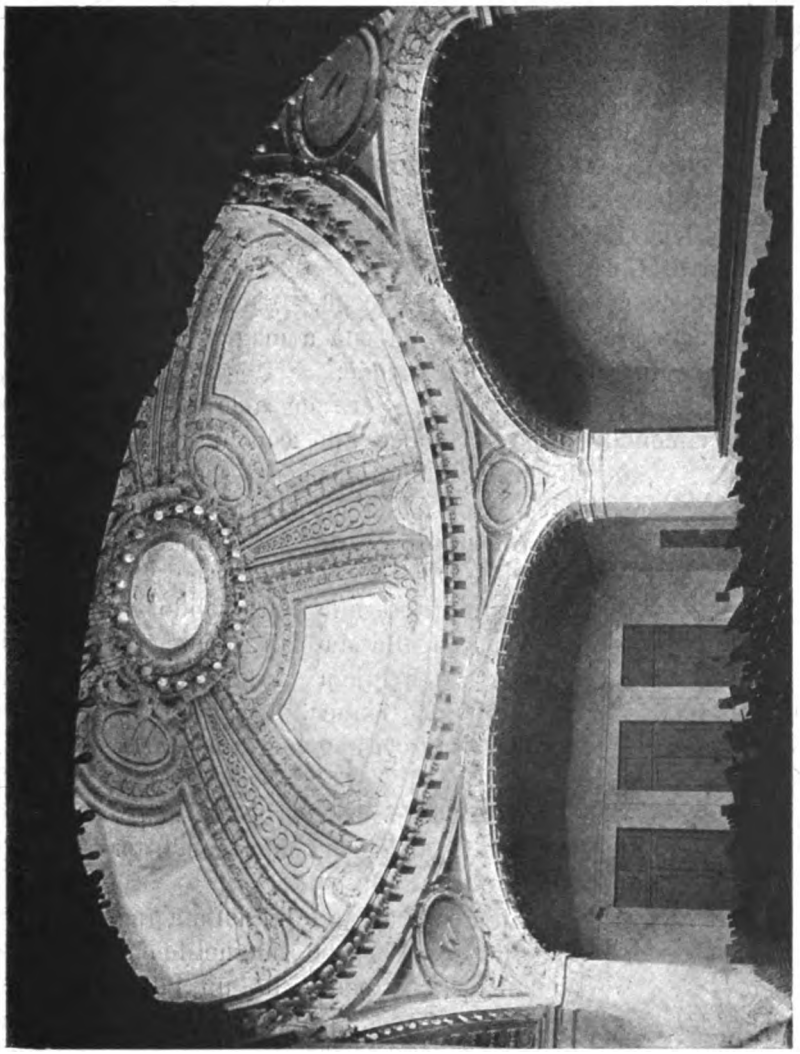


Fig. 58. — Lo stesso illuminato con lampade a mercurio.

Questo principio, opportunamente realizzato, rende la lampada a vapori di mercurio autoadescante.

La stessa General presenta in azione un rettificatore trifase, per carica di una batteria di accumulatori, fondato sullo stesso principio della colonna di vapori di mercurio, che consente il passaggio alla corrente in una sola direzione.

Digitized by Google

Le lampade a vapori di mercurio diffondono una luce verdastra molto ingrata all'occhio, mancante di raggi rossi, ed hanno un consumo specifico di 0.45 watt per candela. Il loro uso speciale è per laboratori fotografici, dove la luce attinica che emanano può con vantaggio sostituire la luce solare (figg. 57 e 58).

Il rendimento di questa lampada, paragonato a quello degli altri sistemi di illuminazione, sarebbe indicato dalla seguente tabella:

gas illuminante 1.61 %
luce elettrica ad incandescenza 6
luce elettrica ad arco 10.04
acetilene 10.50
tubi di Geissler 32
lampada a vapori di mercurio 46.

Steinmetz presenta la sua lampada a magnetite, la novità più interessante in fatto di illuminazione.

L'illustre tecnico americano aveva da alcuni anni cominciato studi sperimentali sull'arco voltaico, allo scopo di aumentarne il rendimento e migliorarne lo spettro; questi studi estesi a molti sali lo condussero a proporre l'ossido di ferro sotto forma di magnetite, come il materiale più adatto per formare un elettrodo, buon conduttore allo stato solido, capace di condurre l'arco allo stato di vapore, incombustibile per avere una lunga durata, a spettro brillantissimo con luce bianca.

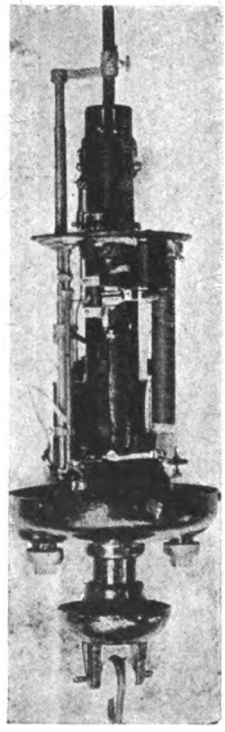


Fig. 59.
Lampada a magnetite dello Steinmetz.

Riconosciuto come la causa del consumarsi del carbone positivo risiedesse nel calore che in esso si accumula, proponeva come elettrodo positivo un cilindro di rame, buon conduttore del calore ed incombustibile.

La lampada ad arco presentata (fig. 59) era formata da un cilindro di magnetite compressa, funzionante da catodo, e da un cilindro di rame agente come anodo. Mentre nella lampada ad arco a carboni ordinari la luce proviene dal cratere incandescente del carbone positivo e non dall'arco, per cui la lunghezza dell'arco deve essere mantenuta quanto breve è possibile, nella lampada a magnetite la luce emana dall'arco, che ha un massimo rendimento per una lunghezza di mm. 19 a 28.6.

Digitized by Google

Il consumo è limitato all'elettrodo a magnetite, che nel caso più sfavorevole si accorcia di mm. 3 all'ora, mediante speciali composizioni di ossidi e loro impasto, è fiducia dello Steinmetz di avere elettrodi con la vita di 500 a 600 ore, come delle lampade ad incandescenza.

La lampada è ad alta tensione e consumo ridottissimo.

*
* *

Per l'illuminazione stradale vengono generalmente usate le lampade ad arco chiuso, connesse in serie, e regolate ad intensità di corrente costante, di cui si parla in speciale articolo.

Generatori.

L'energia elettrica necessaria per l'illuminazione, per la ferrovia elettrica interna e per la distribuzione di forza motrice impiegata nel vasto recinto viene generata nel palazzo delle macchine, che compare come un annesso del palazzo dell'elettricità (figg. 60, 61, 62, 63 e 64).

Questa grande centrale è divisa in due sezioni, l'una della potenza di 8000 kw, appartenente alla Compagnia dell'esposizione e costruita dalla Westinghouse, l'altra della potenza di 25,000 kw è stata impiantata dai vari espositori che hanno i loro gruppi in continuo funzionamento (1).

Le motrici verticali della Westinghouse, della Allis Chalmer, Brown Corliss, le turbine a vapore Parsons, quelle Curtis e le Holzwarth mostrano quale grande progresso si è fatto in questa tecnica dall'Esposizione di Chicago e anche dalla recentissima di Parigi.

Le macchine elettriche della Westinghouse, General, National, Bullock, Crocker Wheeler, ecc., rendono assai interessante questa mostra, rappresentando i criteri della tecnica americana, che pure, non essendo molto dissimili in queste costruzioni dalla tecnica europea, hanno delle caratteristiche speciali.

L'elevato costo della mano d'opera, la fabbricazione per serie spinta all'ultimo limite, con tipi ben definiti rispetto a tutti i fattori della corrente elettrica, hanno introdotto metodi speciali di costruzione ed hanno influito sui progetti delle stesse macchine, in cui

(1) Vedi *Esposizione Internazionale di Saint Louis.* Rassegne tecniche. Roux e Viarengo, Torino.

Digitized by Google

alcune volte sono ben diversi i fattori relativi ai costi dei materiali e della mano d'opera.

Negli Stati Uniti solo da pochi anni si sono abbandonati per le alte tensioni e grandi potenze gli alternatori ad indotto rotante ed

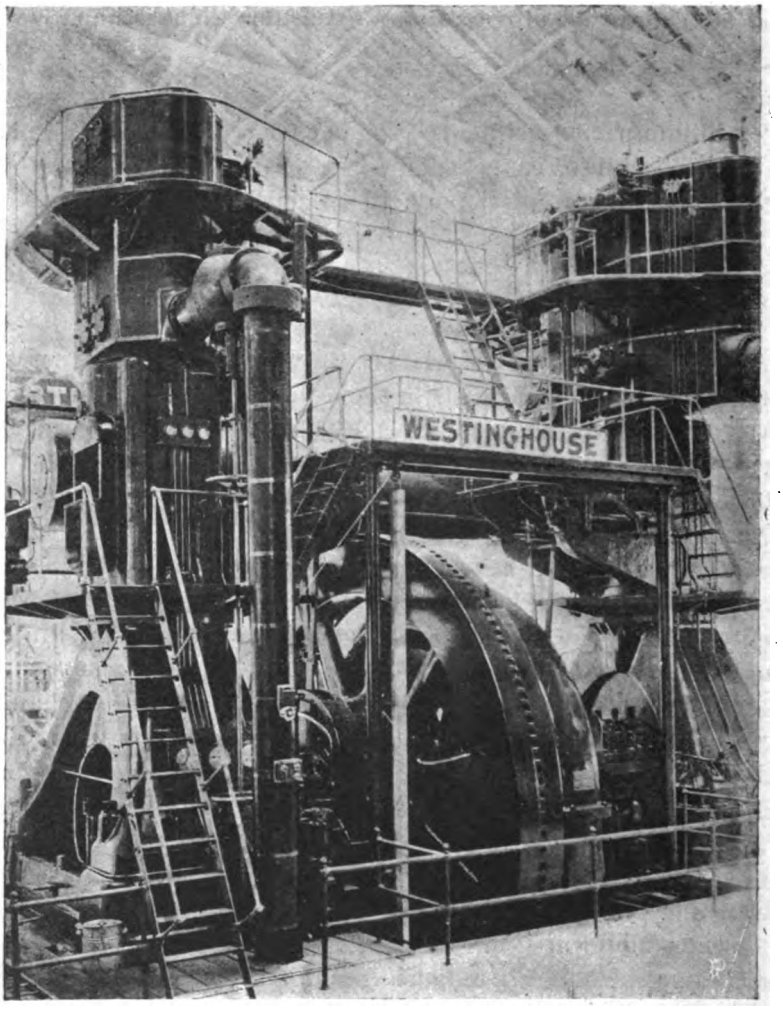


Fig. 60. — Uno dei gruppi Westinghouse.

ancora attualmente si costruiscono alternatori trifasi e bifasi di questo tipo.

Si mantiene dai costruttori americani il tipo ad indotto rotante per piccole e medie potenze onde provvedere al raddrizzamento di

Digitized by Google

una parte della corrente per l'eccitazione composta del campo magnetico.

La Westinghouse ha nel suo *stand* il tipo d'alternatore compensato a indotto rotante per la potenza massima di 300 kw.

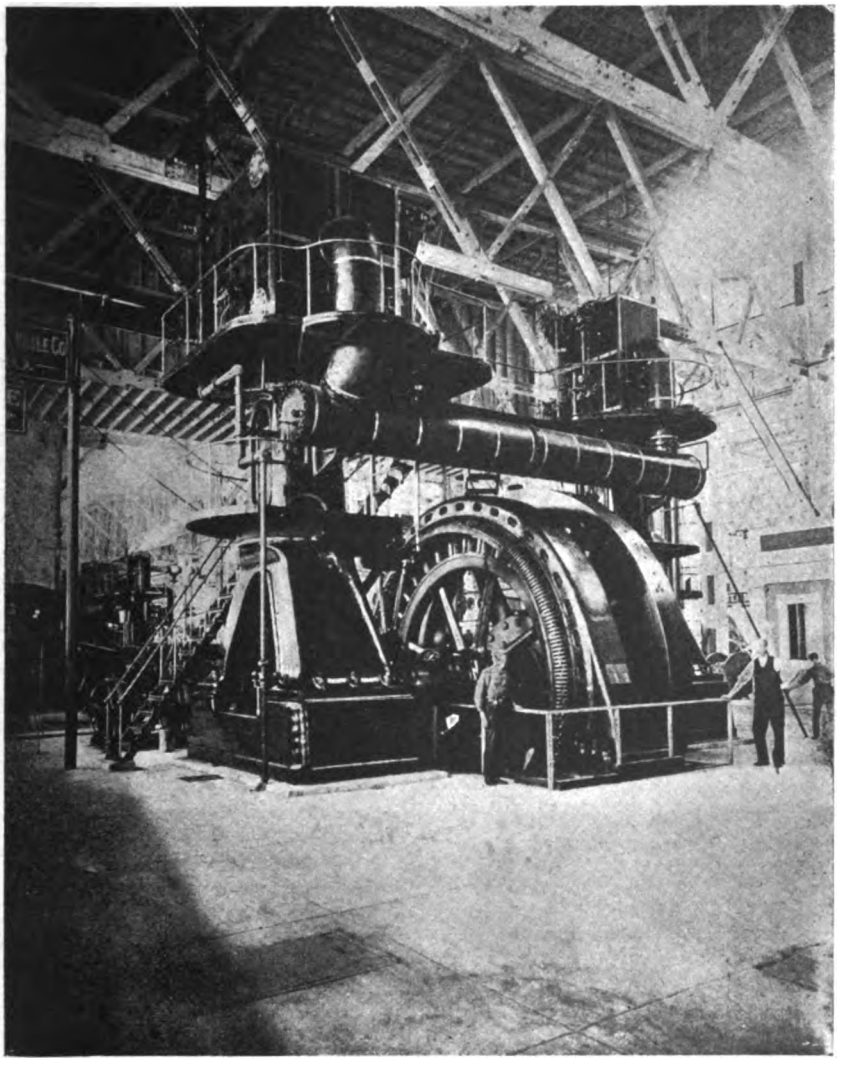


Fig. 61.

La macchina è a giogo massiccio in ghisa, a poli laminati fissati per fusione, indotto laminato, dentato con ampie fessure di ventilazione.

Digitized by Google

Il campo magnetico di eccitazione è diviso in due serie di spirali: le une alimentate da una eccitatrice ordinaria a corrente continua, le altre mediante un commutatore dal secondario di un tras-

Fig. 62. — Modello al vero del generatore Westinghouse da 7000 per le *elevated* di N. Y.

formatore di cui il primario è formato da tre spirali inserite in serie sui tre fili di fase.

Questi alternatori vengono costruiti per tensioni di 220, 440, 1100 e 2200 volt; il peso di uno di questi alternatori trifasi a 60 periodi e 300 giri della potenza di 300 kw., è di kg. 20,000, mentre il peso di un alternatore ordinario a induttore rotante di costr uzione ita

Digitized by Google

liana per la stessa potenza a 42 periodi e 315 giri è appena di 10,000 kg.

La General Electric Co. ha invece nel suo *stand* un alternatore

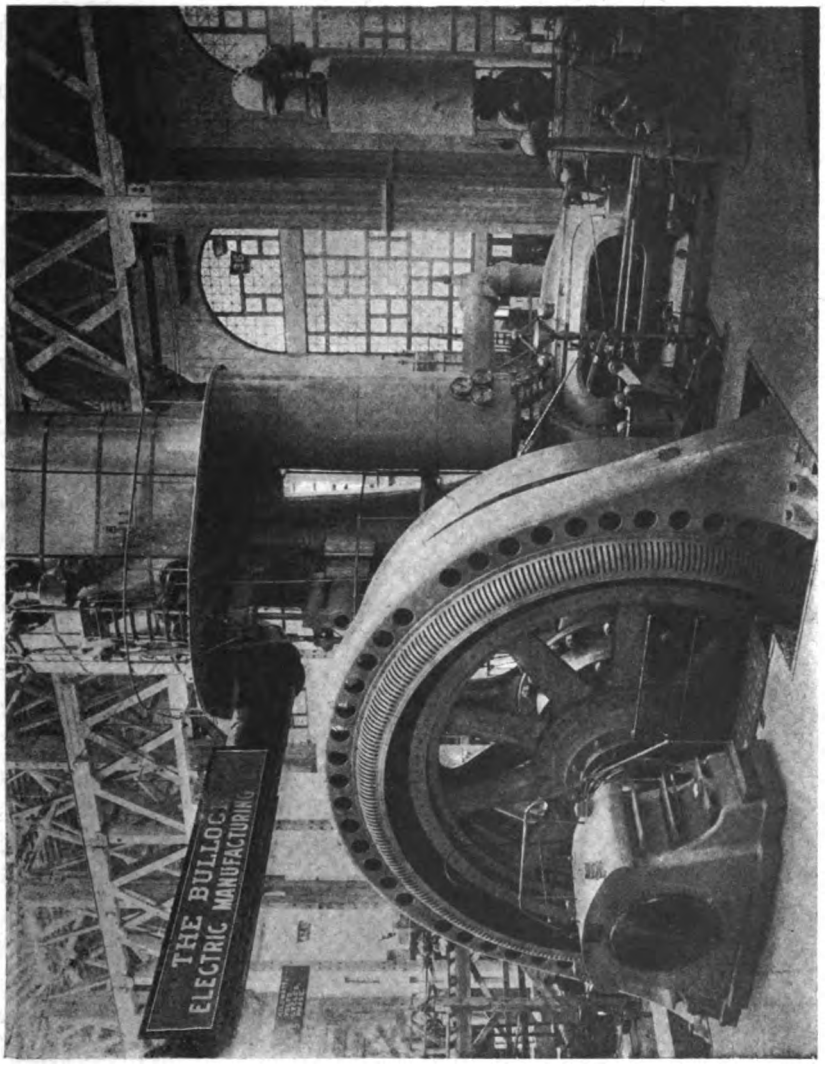


Fig. 63. — Alteratore e motrice Bullock 3600 kw.

compensato a campo magnetico rotante, ed eccitatrice direttamente calettata e contenuta nell'interno della carcassa dell'alternatore.

L'eccitatrice è provveduta di un commutatore e di tre anelli collettori che ricevono la corrente alternata da un trasformatore a primario connesso in serie coi fili di fase.

Digitized by Google

Questa corrente alternata circolante nell'armatura reagisce magneticamente sul campo di eccitazione proporzionalmente all'intensità ed allo sfasamento delle correnti principali.

Questa compensazione provoca un aumento nella tensione della dinamo di eccitazione col crescere del carico e col diminuire del fattore di potenza del circuito.

Gli alternatori direttamente accoppiati alle macchine, quali la moderna pratica esige per centrali elettriche di media e grande potenza, sono del tipo ad induttore rotante e mentre nella loro costruzione generale non differiscono dagli alternatori europei, si distinguono per le linee più eleganti, l'accurata disposizione di fessure di ventilazione e di ampie carcasse, le bobine di eccitazione assai compatte e ben isolate, gli elementi dell'avvolgimento indotto fatti su sagoma e facilmente asportabili. La Westinghouse ordinariamente lamina tutto il rotore e munisce i poli di scarpe in ottone che hanno l'ufficio di tenere in sede le bobine di eccitazione e di funzionare da smorzatori delle oscillazioni. La General invece lamina i soli poli che munisce di espansioni.

Possiamo indicare come ultime espressioni della tecnica delle due grandi case: gli alternatori per la centrale delle ferrovie sotterranee di New York, della potenza di 5000 kw., a 11,000 volt e 25 cicli, (diametro esterno m. 12, diametro rotore m. 9.50, peso complessivo tonn. 440, peso rotore tonn. 150) costrutti dalla Westinghouse (fig. 62), e gli alternatori ad asse verticale per l'impianto della Canadian Niagara Falls Co., della potenza di 10,000-11,000 watt, 25 periodi, 250 giri, costrutti dalla General Electric Co.

La Bullock, la National, hanno pure buoni tipi di alternatori in funzionamento nel palazzo delle macchine (fig. 63).

Compaiono per la prima volta a questa esposizione i turbo-alternatori che alle velocità periferiche con cui si muovono, nelle condizioni speciali di regolarità di funzionamento della motrice debbono essere costrutti con speciali criteri che troviamo qui realizzati dalla General e dalla Westinghouse.

In questa rapida rassegna dobbiamo limitarci ad indicare come gli alternatori accoppiati alle turbine Curtis della General a velocità medie comprese tra i 700 e 1000 giri (fig. 65), siano ad asse verticale, rotore tetrapolare od esapolare completamente laminato a poli e scarpe polari asportabili, trattenute da robuste staffe e chiavarde trasversali, e gli alternatori accoppiati alle turbine Parsons della Westinghouse (fig. 66), a grandi velocità (3600 giri), siano ad asse orizzontale, col rotore massiccio in cui sono annegati gli avvolgimenti induttori trattenuti da bacchette di materiale non magnetico.

Digitized by Google

Le frequenze normalmente usate negli Stati Uniti sono 25 periodi per distribuzione di forza motrice, 60 e 135 per illuminazione.

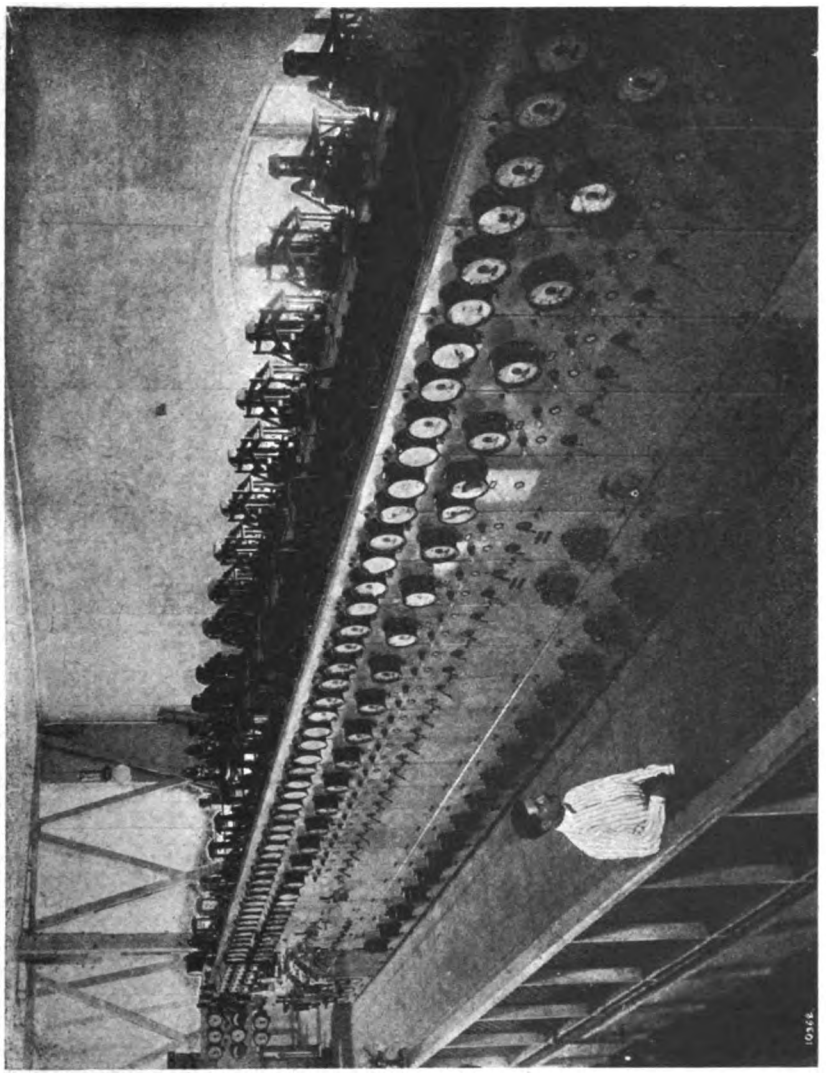


Fig. 64. — Quadro.

È ancora da notare come a questa esposizione compaiano due alternatori del tipo a ferro rotante e riluttanza variabile, costrutti dallo Stanley e dalla Warren Electric Co.

I generatori a corrente continua sono ottimamente rappresentati dalla Crocker Wheeler che ha assunto l'impianto della centrale per la trazione nell'interno dell'esposizione, ed ivi espone parecchi numeri del suo *Engine type generator* che a buon diritto può rappre-

Digitized by Google

sentare lo *standard* americano per l'eccellenza raggiunta da questa Casa specializzata in queste costruzioni.

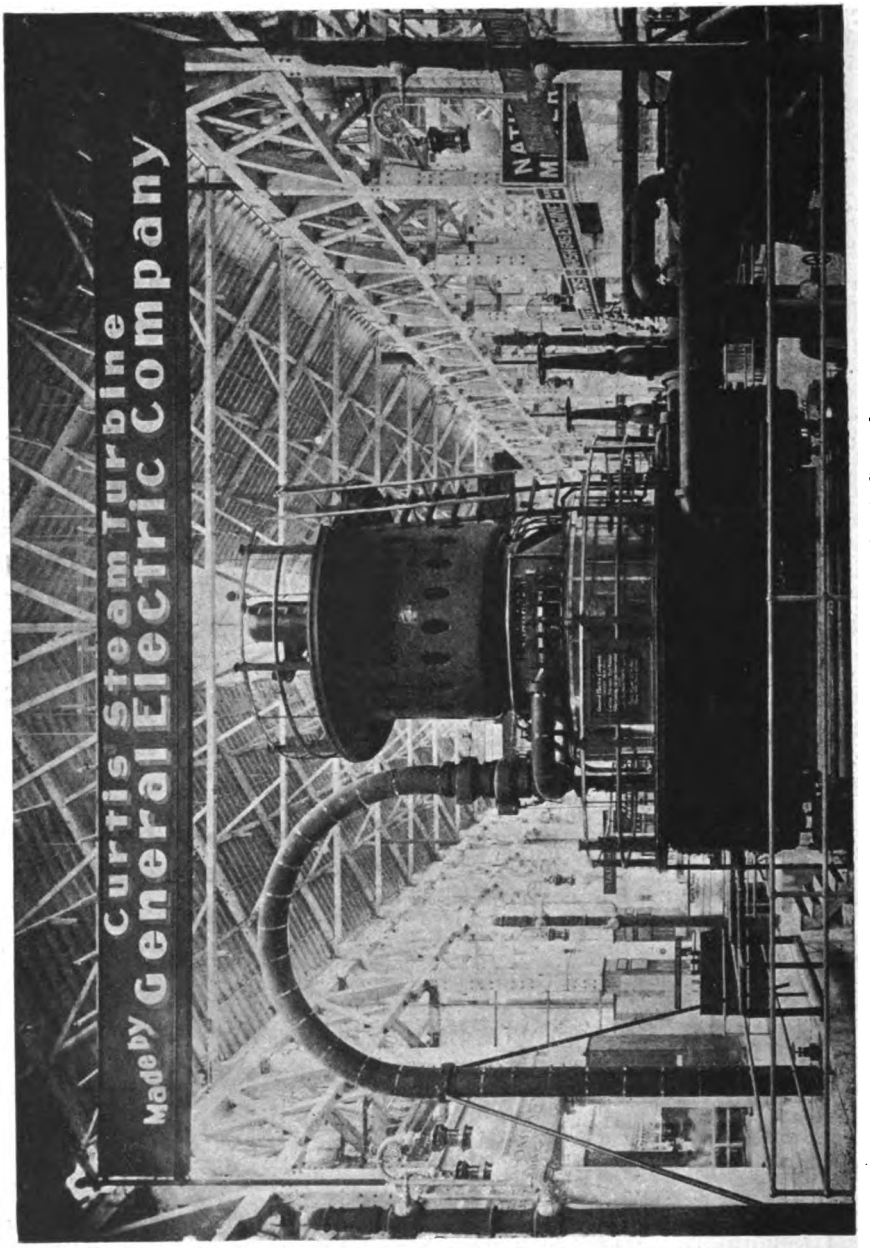


Fig. 65. — Turbo alternatore Curtis-General.

Sono caratteristiche di queste dinamo i poli massicci, ad espansioni asportabili, specialmente foggiate per ridurre i fenomeni di

Digitized by Google

distorsione del flusso, le bobine magnetizzanti divise in sezioni con larghi spazi d'aria interposti. L'armatura a elementi foggiata su sagoma, con ampie fessure di ventilazione, un buon tipo di bracci porta spazzole e di porta spazzole.

Le altre case preferiscono laminare i poli che fissano ordinariamente per fusione alla carcassa. La Westinghouse stabilisce tra gli

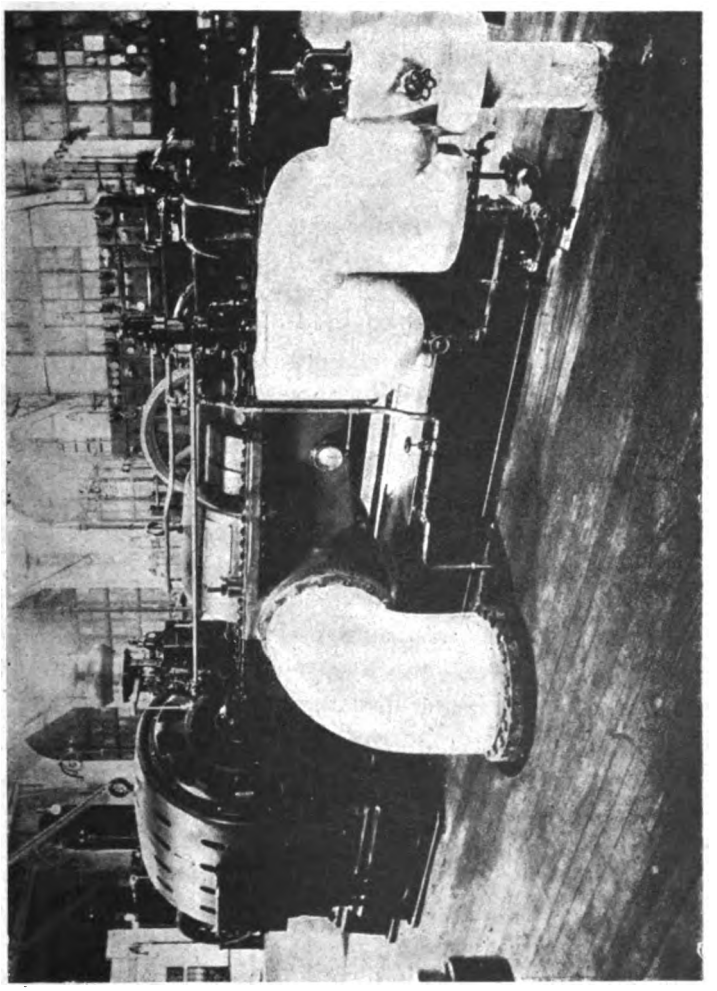


Fig. 66. — Turbo alternatore Parsons-Westinghouse.

elementi dell'avvolgimento in eguali condizioni magnetiche delle connessioni interne affine di stabilire un equilibrio nei potenziali dei vari elementi e compensare con flussi addizionali quelle variazioni di flusso che stabiliscono delle differenze di potenziale tra elementi magneticamente uguali.

Digitized by Google

È disposizione costruttiva generale di allontanare i bulloni di compressione dell'armatura dal circuito laminato, ed assai comune la divisione del giogo induttore secondo un piano verticale passante per l'asse, allo scopo di poter ispezionare la macchina senza ricorrere a gru a sollevamento verticale.

Poichè negli Stati Uniti il sistema d'illuminazione stradale più largamente usato è quello degli archi chiusi connessi in serie, provvedono a generare la corrente per queste serie di archi in cui si deve mantenere l'intensità di corrente costante ordinari alternatori monofasi muniti di regolatori ad induzione, ovvero dinamo ad intensità di corrente costante, quali la Brush e la Fort Wayne che vengono largamente usate.

I trasformatori.

L'elettromeccanica americana raggiunge la sua massima perfezione nella lavorazione degli isolanti e delle lamiere; i trasformatori in cui questi elementi hanno una grande importanza si presentano quindi come quelle macchine in cui criteri speciali di costruzione si manifestano più che in ogni altra.

Anzitutto la tecnica americana non usa i trasformatori polifasi, ma preferisce connettere insieme più trasformatori monofasi che suddividono meglio l'impianto e lo espongono meno ai danni prodotti da anormalità della linea.

Possiamo classificare i trasformatori attualmente costrutti negli Stati Uniti in trasformatori a raffreddamento mediante ventilazione, trasformatori immersi nell'olio e trasformatori in olio raffreddato da circolazione d'acqua. I primi per medie potenze e tensioni fino a 30,000 volt, i secondi per medie potenze e medi voltaggi, gli ultimi per grandissime potenze ed alti voltaggi.

È assolutamente disusato il tipo a ventilazione naturale anche per minime potenze, poichè risulta incompatibile col tipo di costruzione generalmente usato a mantello, che circondando col circuito magnetico gli avvolgimenti non concede loro una sufficiente dispersione di calore.

La Westinghouse ha nel suo *stand* alcuni trasformatori a ventilazione forzata scomposti per mostrarne le particolarità di costruzione. Il tipo è a mantello a circuiti laminati separati da molti canali di ventilazione (fig. 67).

Le singole bobine in cui è diviso il trasformatore per ridurre la tensione fra fili della stessa bobina sono rivestite mediante

Digitized by Google

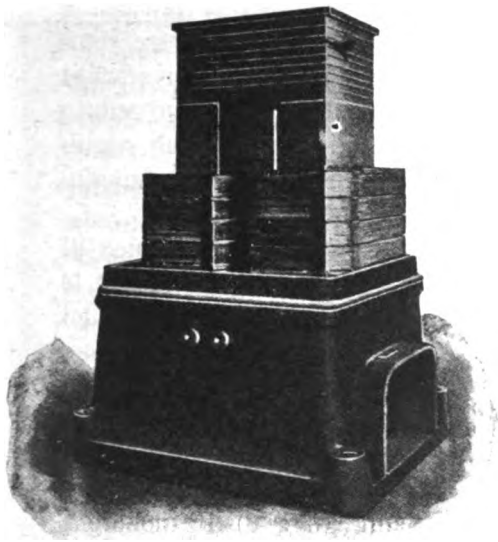


Fig. 67. — Trasformatore a ventilazione forzata Westinghouse.

astucci e fasciature che vengono poi coperte più volte da vernici igrofughe.

Le bobine prima della verniciatura vengono essiccate nel vuoto per eliminare ogni traccia di umidità dannosa all'isolamento.

La ventilazione forzata è ottenuta mediante ventilatori che alimentano tutta una batteria di trasformatori. L'aria compressa raffredda con due circolazioni diverse il rame ed il ferro, e si scarica superiormente.

La General Electric Co. e la Wagner hanno trasformatori a ventilazione forzata, assolutamente analoghi a quelli della Westinghouse.

I trasformatori ad olio senza raffreddamento sono limitati a piccole potenze e medie tensioni, e sono molto usati per circuiti ad illuminazione che si debbono alimentare a bassa tensione.

L'isolamento degli avvolgimenti immersi nell'olio è fatto con speciali cure e costituisce una caratteristica dell'industria americana. In luogo di rivestire semplicemente i conduttori con del cotone, isolati con la mica, e verniciarli a più riprese affidandosi del potere isolante dell'olio, alcuni dei costruttori americani ricorrono al cosiddetto procedimento d'isolamento per sostituzione. Dopo aver formato le spire dell'avvolgimento con fili avvolti di cotone, avere interposto la mica ed il cartone tra gli strati e ricoperte le bobine con nuovo cotone, queste vengono portate in un autoclave riscaldato, in cui si pratica il vuoto; scacciata così la maggior parte dell'umidità e dell'aria, si spinge nell'interno dell'autoclave una miscela isolante che va ad oc-

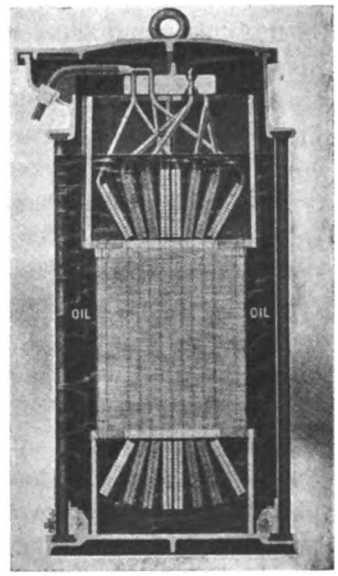


Fig. 68. — Trasformatore in olio Westinghouse.

Digitized by Google

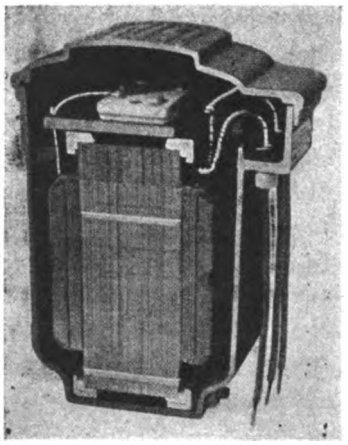


Fig. 69.
Trasformatore in olio General.

cupare tutti i pori lasciati dall'aria e forma delle bobine delle masse compatte che vengono poi successivamente verniciate. Avendo la Giuria proceduto a delle sezioni di queste bobine segandole, esse si mantennero compatte senza alcuna deformazione.

Un simile procedimento riduce al minimo gli spessori degli isolanti, e le dimensioni delle bobine con quelle dei circuiti magnetici che le circondano.

La Westinghouse presenta tipi di maggiore potenza e nuclei ventilati, circuiti suddivisi accuratamente isolati l'uno dall'altro mediante cartone e mica, ed allargati a ventaglio sulle estremità (fig. 68), in modo che l'olio possa avere il massimo contatto coll'avvolgimento. Le scatole che contengono l'olio sono munite di serrature d'irradiazione del calore.

La General Electric Co. adotta per questa classe di trasformatori il tipo a nuclei per le migliori condizioni d'irradiamento di calore in cui si trova l'avvolgimento. (La fig. 69 mostra una sezione d'un piccolo trasformatore per servizio d'illuminazione a secondario interno a circuito unico e primario esterno suddiviso in due circuiti. Le bobine sono circolari e si avvolgono su nuclei in forma di croce).

La Westinghouse costruisce questi trasformatori fino a 44,000 volt e pe la massima potenza di 500 kw., e indica per il trasformatore completo senza olio il peso di 9.5 kg. per kw. Tutti i costruttori fanno uso di olio minerale speciale da cui fu estratta ogni traccia di umidità.

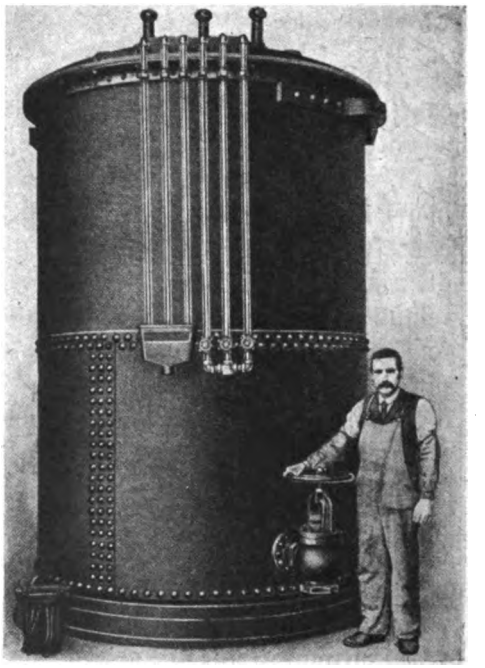


Fig. 70. — Trasformatore in olio con circolazione d'acqua.

Digitized by Google

Per potenze superiori ai 500 kw., poichè la superficie d'irradiamento diverrebbe eccessiva e non potrebbe concedere unità potenti come quelle che richiede la pratica americana, venne da tempo introdotto il tipo ad olio con raffreddamento mediante circolazione di acqua (fig. 70), circondando il nucleo del trasformatore mediante un serpentino di rame in cui robinetti di regolazione permettono di determinare la circolazione dell'acqua, in modo da ottenere il voluto effetto refrigerante.

Questi trasformatori sono muniti di termometri collocati sui punti più soggetti al riscaldamento.

Questo tipo di trasformatore per la riduzione di dimensioni cui conduce ha permesso alle case costruttrici di realizzare unità di grande potenza ad alto voltaggio.

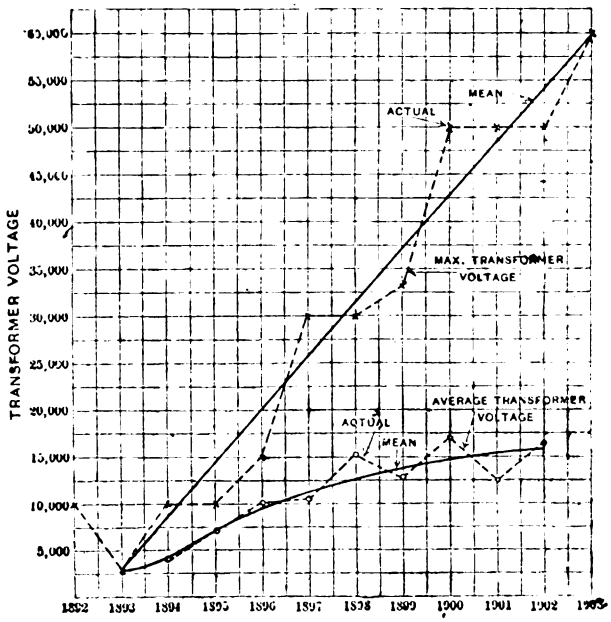


Fig. 71.
Diagramma delle tensioni dei trasformatori americani.

La Westinghouse ha provveduto agli impianti del Niagara trasformatori di 2250 kw., a quello di Snoqualmie Falls trasformatori di 2700 kw., i maggiori mai costrutti.

La curva annessa (fig. 71) mostra a quali tensioni medie massime si giunga attualmente nella costruzione di simili trasformatori.

La costruzione generale della Westinghouse è di dividere i circuiti in parecchi gruppi di spire entro cui può liberamente circolare l'olio e che permettono di frazionare la massima tensione. Il circuito magnetico è a mantello, con canali di raffreddamento entro la massa del ferro. I morsetti dell'alta tensione sono montati su isolatori ad alta tensione e sono muniti di tubi isolanti.

Commercialmente sono costrutti trasformatori a 66,000 volt, per quanto per scopi speciali si possa giungere ai 150,000 volt. Speciali disposizioni di circuiti sono adottate in questi casi.

Digitized by Google

La General Electric Co. che presenta all'esposizione un trasformatore della potenza di 2333 kw. con rapporto di trasformazione da 2300 a 22,500 o 50,000 volt adotta costruzioni dello stesso tipo con lievi differenze nei particolari.

La Wagner Electric Co. e la Bullock espongono sui loro *stand* trasformatori ad olio con circolazione refrigerante di acqua.

A scopo di laboratorio il Towdharson presenta alcuni dei suoi trasformatori ad altissimo potenziale. Uno di essi della potenza di 100 kw. progettato per un milione di volt funzionava in un casotto esterno al palazzo dell'elettricità per produrre archi della lunghezza di circa un metro.

Motori.

Nella tecnica dei motori a corrente continua, pur non avendo riconosciuta alcuna novità, ci sono parsi degni di nota la compattezza, leggerezza e perfezione di costruzione dei motori tramviari che nelle grandi officine si fabbricano per serie a centinaia con speciali macchine utensili. Gli avvolgimenti induttori sono ordinariamente indistruttibili, così detti perchè talmente cementati col materiale isolante da non potersi scomporre.

Il motore ad induzione ha avuto nel continente americano un diverso sviluppo che non fra noi. Scadono solo quest'anno i brevetti che la Westinghouse e la General avevano ottenuto fin dalla sua invenzione, e queste due Compagnie non hanno dato finora molta importanza a questo motore per ragioni di convenienza industriale e tecnica, poichè il sistema di distribuzione Edison a corrente continua è generalmente diffuso in tutte le città americane ed anche là dove la corrente viene generata alternata ad alta tensione, viene poi convertita nelle sottostazioni in corrente continua, alimentante i sistemi a tre fili. Ne risulta che il motore ad induzione non ha raggiunto in questo paese quell'alto grado di perfezionamento che ha in Europa.

La seguente tabella paragona il peso dei motori a campo rotante di costruzione americana e di costruzione nazionale.

Motori americani a 60 cicli			Motori italiani a 50 cicli		
HP	Giri	Peso	HP	Giri	Peso
5	1120	380	5	960	220
7 1/2	1120	610	7	960	260
20	1120	900	20	960	600

dimostrando come i tipi americani siano molto più pesanti di quelli nazionali.

Digitized by Google

I dispositivi di avviamento sono pure assai meno perfezionati che non da noi ed è ancora generale l'uso di trasformatori a diverse sezioni, inseriti sul primario, onde ridurre il potenziale all'avviamento.

Pure sono da indicare i due tipi *C* ed *H* di motori ad induzione a velocità variabile costrutti dalla Westinghouse.

Il tipo *C* varia la sua velocità al variare la tensione di alimentazione, poichè il rotore a gabbia di scoiattolo è ad alta resistenza interna.

Il motore tipo *H* invece è munito di rotore ad avvolgimento, in cui si possono inserire resistenze variabili e così provocare un maggiore scorrimento con diminuzione di velocità.

Questi sistemi che conducono ad un limitato rendimento ed influiscono sul fattore di potenza sono adottati per il comando di gru e di ascensori.

Il motore monofase della Wagner Electric Co. secondo il brevetto Arnold che con speciali dispositivi a forza centrifuga pone il motore ad induzione nelle condizioni di un motore a repulsione all'atto dell'avviamento è esposto accoppiato a macchine operatrici e dimostra la propria praticità per piccole potenze.

Il motore monofase del Lamme del tipo in serie a commutatore interessa i tecnici della trazione che dal nuovo motore attendono il mezzo di elettrificare le ferrovie.

I motori monofasi comparsi a questa esposizione sono stati descritti e discussi in una speciale comunicazione inserita negli atti dell'A. E. I. (1).

Convertitori rotanti.

Una macchina speciale molto diffusa negli Stati Uniti d'America, per la tendenza delle distribuzioni americane delle grandi città di generare in centrali termiche grandiose la corrente elettrica alternata ad alto potenziale e di convertirla poi in sottostazioni in corrente continua col sistema a tre fili Edison, è il convertitore rotante.

Gli impianti delle *Elevated Railways* sono studiati secondo questo schema, per rendere pratica la generazione e distribuzione alle automotrici di una così grande potenza, quale è utilizzata in queste ferrovie. Circa un terzo della energia elettrica prodotta dai 10 alternatori di 5000 cavalli dell'impianto del Niagara diventa attraverso a

(1) Vedi vol. IX, fasc. 2°, pag. 76.

Digitized by Google

questi apparecchi corrente continua per la distribuzione nelle città di Buffalo; il grande impianto recentemente inaugurato per la Manhattan Subways Roads impiega 76 convertitori rotanti per convertire in corrente continua la corrente alternata fornita da 17 alternatori di 7000 cavalli.

La tecnica americana si è dichiarata decisamente favorevole al convertitore rotante piuttosto che al gruppo motore-generatore, e lo ha portato ad un alto grado di perfezione nella costruzione e regolazione.

Il convertitore rotante è, rispetto alla stazione generatrice, essenzialmente un motore sincrono, con tutte le caratteristiche relative a questo motore, colla eccezione che il convertitore si avvia a vuoto, per cui l'avviamento è facilitato rispetto al motore sincrono ordinario, e che la corrente di eccitazione può essere derivata dal circuito stesso a corrente continua.

Il convertitore rotante può quindi essere compoundato in modo da compensare quelle cadute di tensione che si manifestano in caso di sopraccarichi.

Il convertitore rotante ha sul gruppo generatore motore il vantaggio del minor costo, un maggiore rendimento e consente una migliore regolazione nel circuito del generatore. D'altra parte il legame che sussiste fra la f. e. m. del circuito a corrente alternata e quella del circuito a corrente continua, e che non è comune al gruppo motore generatore, non è svantaggioso poichè coi mezzi di regolazione usati in unione a questo apparecchio, si può mantenere nel circuito a corrente continua un potenziale costante, necessario in certe applicazioni, come la trazione. Il convertitore comprende in sè le due macchine motore e generatore ambe reversibili, sì da avere grande flessibilità di funzionamento, convertitore reciproco di corrente continua ed alternata, generatore di ambe le correnti, motore per ambe le correnti, funzionante a servizio misto di motore e generatore. Molte Compagnie nella previsione di alimentare in seguito le loro centrali generanti corrente continua, mediante corrente alternata, quando il numero delle centrali secondarie fosse cresciuto, hanno accoppiato alle motrici convertitori che attualmente funzionano come generatori normali di corrente continua.

Di fronte quindi al gruppo motore generatore con motore sincrono, il convertitore rotante è senza discussione preferibile.

Il gruppo motore generatore a motore d'induzione può in alcuni casi essere da preferire. In circuiti primari in cui il generatore è soggetto a rapide e periodiche oscillazioni di velocità, ed in circuiti

Digitized by Google

secondari, soggetti a bruschi sopraccarichi, variazioni di tensione, ed infine per piccole potenze è necessario l'uso del motore polifase ad induzione.

Mentre nel nostro paese si può ancora aggiungere che il gruppo del motore generatore ha il vantaggio di poter formarsi con macchine in serie facili a trovarsi e meno costose, questa considerazione non ha valore negli Stati Uniti dove le distribuzioni sono fatte su tipi costanti di frequenza e tensione che permettono la costruzione dei convertitori per serie.

Le massime case costruttrici americane hanno raggiunto un'alta perfezione in questa tecnica e compaiono all'Esposizione con particolari di alto interesse per lo specialista.

La Westinghouse (fig. 72) compare con un convertitore di 200 kw., a 720 giri, alimentato dal turbo-alternatore Parsons Westinghouse, attraverso trasformatore, con corrente alternata a 350 volt, 60 cicli, dando corrente continua a 525 volt. Lo stesso convertitore può, accoppiando i trasformatori a stella, dare corrente continua a 250 volt.

La macchina è a 10 poli laminati infissi per fusione nel giogo in ghisa diviso orizzontalmente. Il circuito di eccitazione è compound, con bobine in serie ed in derivazione separate da spazi d'aria, ed i poli sono connessi da settori di ottone che reagiscono contro le oscillazioni di velocità del rotore.

L'armatura è avvolta su nucleo laminato, ed ha i tratti attivi connessi da circuiti equipotenziali che hanno una grande importanza in queste macchine in difficili condizioni di commutazione. Tutta l'armatura è oscillante parallelamente al proprio asse, allo scopo di ottenere una usura uniforme del collettore, e migliorare la commutazione; tale movimento è ottenuto mediante una sfera di acciaio mobile in un canale elicoidale e che reagisce contro la testata di uno dei perni.

L'avviamento dei convertitori Westinghouse avviene da sè in macchine di piccola potenza, mentre per maggiori potenze viene usato il comando dell'armatura fino a velocità di sincronismo, mediante un motore a corrente continua ovvero mediante un piccolo motore ad induzione direttamente accoppiato al convertitore. È consigliato questo secondo mezzo che non richiede l'uso di corrente continua.

Un convertitore a 1500 kw. e 25 cicli, pesa circa 60 tonnellate. Il convertitore descritto ha il peso di circa 10 tonnellate.

L'impianto stesso dell'Esposizione è fatto col sistema misto a corrente continua ed alternata; nel palazzo dell'elettricità abbiamo

Digitized by Google

due convertitori rotanti rispettivamente a 30 cicli e 500 giri e 60 cicli e 600 giri, generanti corrente continua a 500 volt.

Il convertitore rotante della General Electric Co. son caratterizzati dal tipo ordinario di costruzione del macchinario elettrico: gioghi

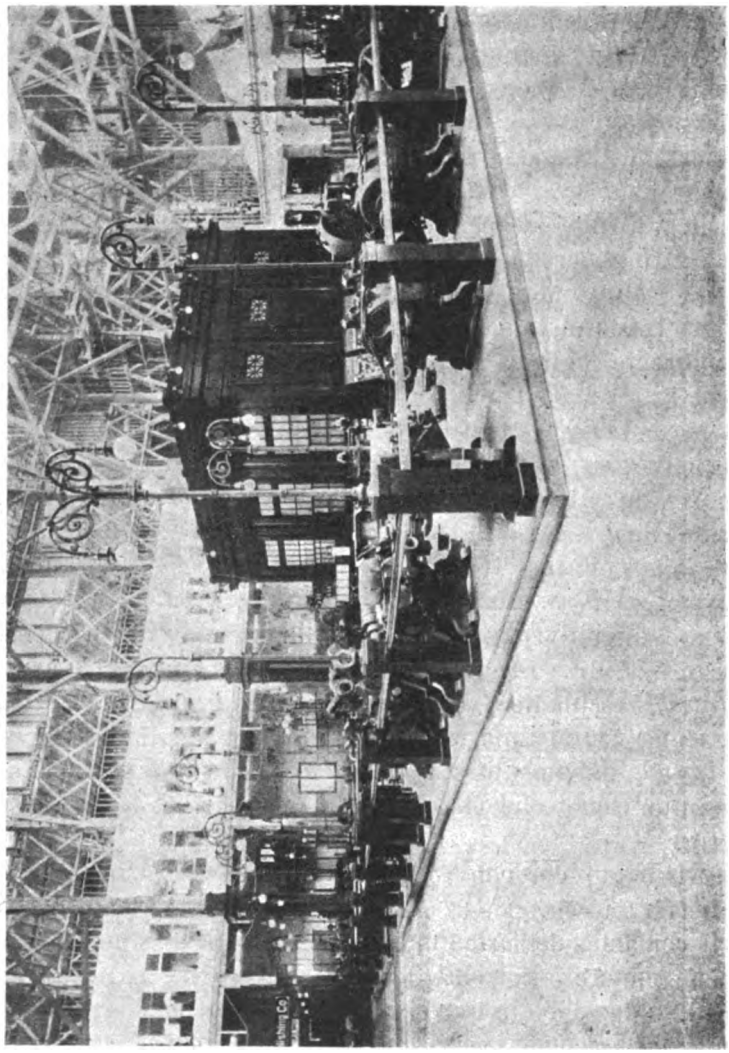


Fig. 72. — La mostra della Westinghouse.

in ghisa, poli massicci in acciaio di riporto, asportabili assialmente, basamento indipendente, in cui può rotare, a scopo di registrazione, tutto il giogo magnetico, armatura attivamente ventilata; gli anelli di ricezione della corrente alternata utilizzati come circuiti equipotenziali.

Digitized by Google

I convertitori a 25 cicli per potenze superiori a 500 kw. sono costruiti a sei fasi invece di tre per ridurre le perdite nell'avvolgimento dell'armatura, il passaggio dal sistema trifase in esafase è fatto nei trasformatori riduttori di potenziale.

Per circuiti a carichi variabili la eccitazione è compound con dispositivi a forza centrifuga, capaci di aprire il circuito a corrente continua quando per interruzione del circuito primario a corrente alternata, l'armatura in parallelo con altre macchine sarebbe condotta ad una eccessiva velocità in causa dell'eccitazione in serie.

La General avvia i convertitori rotanti a 25 cicli direttamente a corrente alternata a bassa tensione, ottenuta da trasformatori a sezioni variabili.

Il convertitore rotante per il legame che stabilisce tra il potenziale del circuito di alimentazione e quello di distribuzione a corrente continua, richiede degli apparecchi di regolazione che consentono di approfittare delle proprietà induttive della corrente alternata per stabilire variazioni di potenziale che compensano le oscillazioni dovute a carichi variabili.

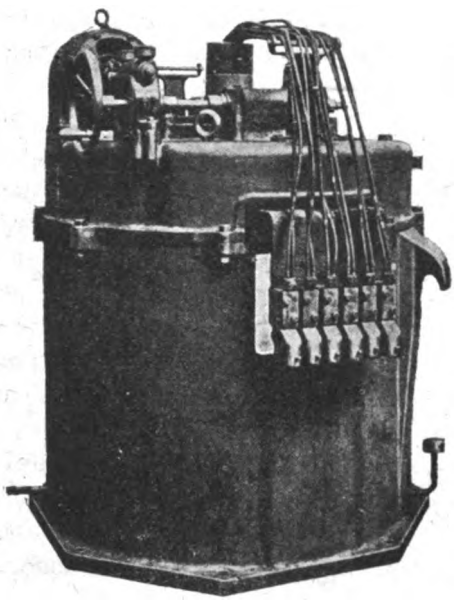


Fig. 73. — Regolatore ad induzione per i convertitori rotanti.

Gli Americani hanno sviluppato con la tecnica dei convertitori quella dei regolatori ad induzione, che rendono possibili ampie variazioni di potenziale nel circuito a corrente continua (fig. 73).

Questi regolatori ad induzione consistono essenzialmente in trasformatore in cui è possibile di variare la posizione relativa del primario, inserito in derivazione sulla linea, rispetto al secondario connesso in serie.

La regolazione della tensione di alimentazione è fatta rotando il nucleo del primario che si sposta rispetto al secondario.

Quadri di distribuzione.

Il quadro di distribuzione inteso come quell'insieme di apparecchi destinati a ricevere la corrente elettrica dei generatori per distribuirla ai feeder od apparecchi utilizzatori, a misurare i vari

Digitized by Google

fattori della potenza elettrica e proteggere linee e macchine contro anormalità di circuiti si è sviluppato nel continente americano seguendo tendenze proprie.

Dal quadro pel sistema a tre fili di Edison del 1882 all'attuale quadro che sulla stessa area colloca gli apparecchi di controllo e di misura per migliaia di kw. e col comando a distanza agisce sugli interruttori ad olio riuniti in speciali edifici si è fatto un grande progresso nei sistemi d'interruzione e di protezione.

Abolite le valvole, mal sicuro mezzo di protezione e difficili a cambiarsi, gl'interruttori automatici, per piccole e grandi potenze, si sono generalizzati.

Case costruttrici specializzate, quale la Cutter Co., attendono unicamente alla costruzione di questi interruttori elettromagnetici, che per la perfezione di costruzione, e per l'esattezza di calcolo hanno un grado di sicurezza superiore a quello delle valvole, e con tutta prontezza possono ristabilire il circuito dopo cessata la anormalità.

Gl'interruttori automatici possono oltre che sostituire le valvole in caso di sopraccarichi, aprirsi per mancanza di tensione lungo la linea, interruzione e diminuzione di corrente, inversione di circuito, e casi speciali ai quali si può uniformare la costruzione dell'interruttore.

Il quadro a bassa tensione è munito inoltre d'interruttori ordinari, e di reostati mossi automaticamente da relais.

Il quadro è montato su lastra di ardesia nera ovvero di pietra saponaria ed è tenuto insieme da telai in ferro, essendo assolutamente escluso il legno.

Gli apparecchi di misura sono normalmente del tipo Weston, a ventaglio, spesso invece a forma di settori disposti normalmente al quadro, raramente a forma circolare.

Le grandi centrali termiche ed idrauliche che ordinariamente generano corrente ad alto potenziale, per distribuirla ad un grande numero di feeder, hanno quadri di distribuzione assai complessi ed interessanti.

Gli apparecchi destinati ai generatori sono ordinariamente sostenuti da colonne che fanno parte della balaustra circolante la terrazza del quadro, i voltimetri ed i sincronizzatori sono collocati normalmente al quadro per le letture contemporanee degli apparecchi ed infine gli apparecchi di misura e di comando dei feeder sono collocati sulle lastre di marmo del quadro, propriamente detto.

Così l'operatore osservando gli apparecchi di misura dei generatori ha in vista le macchine, mentre può pure osservare gli appa-

Digitized by Google

recchi di sincronismo, ed ha sott'occhio, durante il funzionamento normale, in breve spazio, tutti gli apparecchi di misura.

A questi quadri accedono unicamente circuiti a bassa tensione, mentre le sbarre raccoglitrici, gli interruttori, i trasformatori degli apparecchi di misura sono contenuti ordinariamente in speciali edifici isolati dal resto della centrale.

Gli interruttori ad alta tensione automatici comandati a distanza elettricamente sono veramente ammirabili in tutti i loro particolari, poichè mentre possono interrompere il circuito in recipienti chiusi, riempiti di minima quantità di olio, rendono impossibile la formazione di archi, sono pronti alle manovre, e assai sensibili ai sopraccarichi di circuito.

Per ogni tecnico specialista in materia questa parte dell'Esposizione è del massimo interesse e non può essere descritta in una rapida rassegna.

Macchine operatrici.

Le officine meccaniche americane hanno dato una larga estensione all'applicazione dei motori elettrici alle macchine operatrici, comprendendo i grandi vantaggi che poteva apportare il comando elettrico in officine vastissime, munite di macchine operatrici di grande potenza, a forza motrice generata da centrali a vapore.

La necessità delle gru, la facilità di poter trasportare le macchine utensili attorno ai pezzi da lavorare, come spesso accade nelle officine americane, ed i molti usi speciali a cui si può adibire la corrente elettrica hanno fatto sì che nel nuovo continente i metodi di applicazione dell'elettricità alle macchine utensili si sono moltiplicati e compaiono a questa Esposizione sotto forme diverse.

Il motore a campo rotante, nonostante le sue preziose qualità di semplicità di costruzione, facilità di sopraccarichi, economia di costo, gode assai poche simpatie presso gli stabilimenti meccanici americani e viene, salvo eccezioni, usato unicamente per comando di gruppi di macchine; viene invece largamente impiegato il motore a corrente continua, che può funzionare a velocità variabile, e meglio adattarsi alle condizioni variabili di lavoro delle macchine utensili per la lavorazione dei metalli. I vari metodi di applicazione di questi motori sono rivolti ai dispositivi per ottenere delle buone scale di velocità coi massimi rendimenti.

I sistemi usati attualmente e rappresentati a Saint-Louis, sono:

1° *Il sistema a tre fili Westinghouse.* — Il sistema a tre fili già conosciuto sotto il nome di Edison ottenuto mediante due

Digitized by Google

dinamo connesse in serie è invece realizzato, allo scopo di distribuzione in officine, mediante un unico generatore che oltre al commutatore ordinario porta un collettore a quattro anelli che fanno capo all'avvolgimento dell'armatura come in un alternatore bifase. I due circuiti che partono da questi anelli sono connessi a due autotrasformatori o spirali equilibratrici (balancing coils) avvolte su un nucleo di ferro laminato aventi un punto comune da cui parte il filo neutro del sistema a tre fili (fig. 74).

È facile riconoscere come in ogni posizione dell'armatura rotante la differenza di potenziale fra filo neutro e ciascuno degli estremi sia la metà della differenza di potenziale fra i detti estremi.

I motori connessi a questa distribuzione possono essere alimentati a due potenziali diversi ed avere una buona scala di velocità quando si eserciti ancora un controllo reostatico sul campo di eccitazione. La velocità di rotazione del motore può variare da 1 a 6.

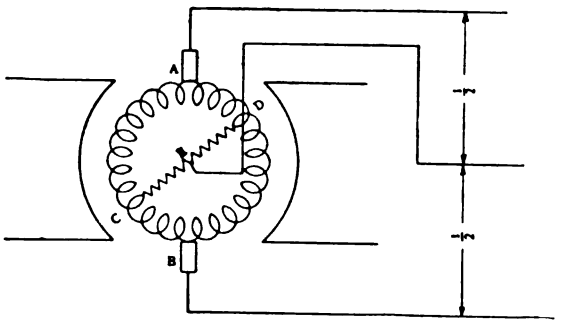


Fig. 74. — Sistema a tre fili Westinghouse.

I generatori a tre circuiti sono usualmente costruiti per 250 e 500 volt fra i fili estremi. Nello stand della Westinghouse nel palazzo delle macchine sono esposte in funzionamento alcune macchine operatrici alimentate da uno di questi generatori, che rendono più pratico il sistema a tre fili aumentandone il rendimento.

2° *Il sistema a voltaggi multipli* (*Multiple voltage System*). — Il sistema è realizzato da un generatore ordinario a corrente continua ad alta tensione, e da un gruppo di trasformatori rotanti che inseriti in serie sul circuito principale frazionano il voltaggio dando luogo ad un sistema a più fili, ordinariamente 4, che permette con le diverse combinazioni sei diverse tensioni di alimentazione dei motori.

I motori generatori calettati sullo stesso asse mantengono i vari voltaggi costanti e si distribuiscono il carico nel caso in cui i vari circuiti siano disugualmente caricati; questo gruppo è posto in rotazione dalla stessa corrente di linea. I motori accoppiati alle macchine utensili essendo del tipo ad eccitazione in derivazione quando vengono alimentati a tensioni variabili, funzionano a velocità varia-

Digitized by Google

bili; un'ampia e ben graduata scala di velocità è così facile ad ottenersi.

Due espositori diversi si contendono, nella applicazione di questo sistema, la praticità della scala delle velocità.

La Crocker Wheeler di Ampère N. J. provvede ad una serie aritmetica di potenziali che da un potenziale minimo di 60 volt va fino ad un potenziale di 250 volt corrispondente alla tensione del circuito principale, e realizza il sistema mediante un generatore ordinario a corrente continua che può essere collocato anche lontano dai motori e mediante un gruppo di tre dinamo accoppiate meccanicamente e connesse in serie. I motori a velocità variabile sono connessi al circuito mediante un controller tipo tramviario collocato sulla stessa macchina utensile a portata dell'operaio, che può con questo mezzo dare al lavoro una grande perfezione ed economia.

La Bullock Electric Co., di Cincinnati, adotta una serie geometrica di voltaggi e di velocità tale che da 60 volt si può salire a 250 volt con variazioni del 7 per cento tra ogni tensione e la successiva.

Il gruppo equilibratore è pure formato da tre dinamo connesse in serie e meccanicamente allineate. Il controller di comando è pure del tipo tramviario con speciali disposizioni d'interruzione automatica durante i cambiamenti di velocità.

Questi sistemi che permettono con variazioni numerose di velocità di mantenere nelle macchine operatrici la coppia motrice costante e di regolare con la velocità il lavoro fatto dall'utensile, per quanto richiedano macchinario speciale e distribuzione a più fili, sono assai convenienti per grandi officine.

Si può rimproverare al sistema a 4 fili di adottare per talune velocità tensioni troppo basse che conducono a perdite lungo le linee e cadute di tensione percentuali assai rilevanti nell'armatura e nei campi di eccitazione, la regolazione di velocità, proporzionale alla tensione di alimentazione, risente queste cadute anormali. A così basse velocità i rendimenti del motore sono pure assai scarsi, ed esperienze condotte durante il periodo dell'Esposizione hanno dimostrato che l'alimentazione dei motori intorno agli 80 volt non può essere utile che per gli avviamenti.

Il sistema a tre fili conduce ad un migliore rendimento, per le minime perdite nel filo neutro e per l'assenza del gruppo equilibratore rotante, sostituito dalle bobine compensatrici, la tensione minima di alimentazione è di 115 volt corrispondente ad una minima velocità pratica e a buon rendimento.

Digitized by Google

La scala delle velocità è meno frazionata ed è necessario d'introdurre delle velocità intermedie agendo sul campo d'eccitazione con diminuzione di rendimento e dimensioni anormali della macchina; cambiamenti meccanici di velocità possono estendere di molto la scala delle velocità che ordinariamente è compresa da 1 a 16 con 16 velocità intermedie, comprese in quei limiti pratici in cui la macchina operatrice potrà funzionare con alto rendimento e con possibilità di sopraccarico.

L'applicazione dei motori elettrici alle macchine operatrici ad inversioni frequenti di marcia, quali le pialle, offre delle difficoltà, specialmente nel caso in cui si voglia accoppiare direttamente il motore alla macchina operatrice. Il motore elettrico non può adattarsi a cambiamenti rapidi e frequenti del senso di rotazione, senza inserzioni di resistenze di arresto e di successivo avviamento, che difficilmente si possono fare con un controller a mano al momento opportuno.

Quando per invertire il senso di rotazione del motore si scambino le connessioni del campo magnetico e dell'armatura, la f. c. e. m. che si genera nell'armatura che per l'inerzia gira ancora nel senso primitivo, si somma con la f. e. m. applicata, con una enorme circolazione di corrente che può bruciare l'armatura e danneggiare con lo scintillìo il commutatore.

La Controller Supply Co., specialista nella costruzione di reostati, interruttori ed elettromagneti, allo scopo di rendere pratica l'applicazione del motore elettrico alle macchine a ritorno rapido, ha studiato un sistema automatico per variare la coppia motrice in modo da ottenere un rapido rallentamento del motore, l'inversione ed una rapida accelerazione senza sovraccaricarlo. Una serie d'interruttori elettromagnetici inserisce successivamente le resistenze su cui si chiude il motore per frenarsi, e le disinserisce all'avviamento; questi interruttori sono comandati da un controller inserito sui circuiti secondari a bassa tensione che comprendono gli elettromagneti degli interruttori e sono muniti di superficie di contatto multiplo, che vengono successivamente ad inserire nel circuito principale le resistenze formate da diaframmi in ghisa ben ventilati.

Il controller può essere comandato automaticamente, per il ritorno dalla stessa tavola della pialla mediante naselli portati da essa. Il sistema è alquanto costoso e complicato, ma è suscettibile di semplificazione, di applicazione in molte macchine utensili che erano refrattarie all'applicazione del motore elettrico.

Digitized by Google

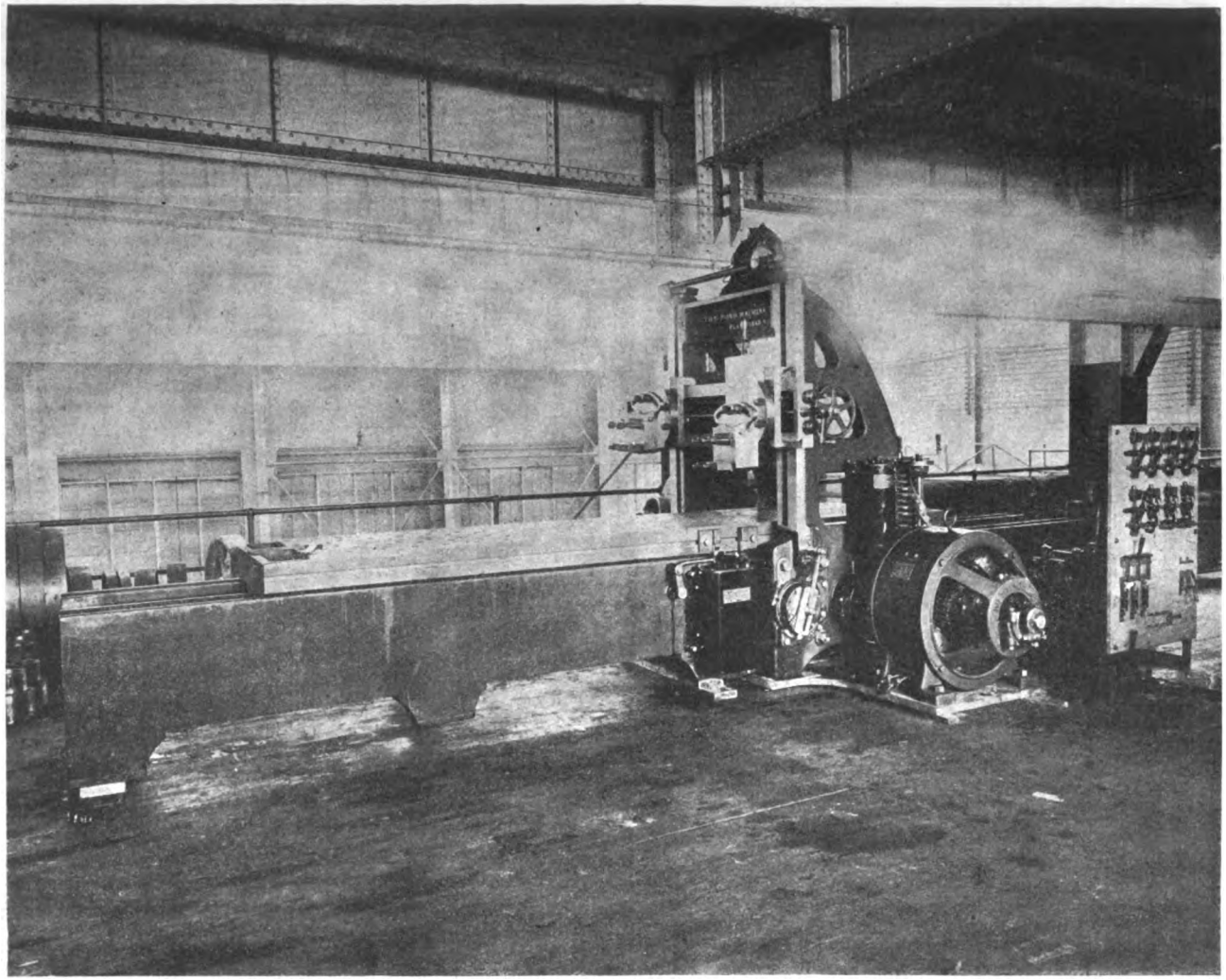


Fig. 75. — Comando elettrico di Pialle - Sistema della Controller Sopply Co.

Digitized by Google

Nello stand della stessa Compagnia sono notevoli alcune applicazioni degli elettromagneti alle gru per il sollevamento dei carichi, con dispositivi di grande potenza che sono applicati in molte officine metallurgiche americane, per il trasporto di lamiere e lingotti di ferro; altre applicazioni a freni-innesti elettromagnetici, mentre accurati particolari di costruzione dei controller, dei reostati, degli organi di presa della corrente per gru a ponte dimostrano a quale perfezione di costruzione può condurre una tale specializzazione.

Trazione elettrica.

La trazione elettrica che ha raggiunto negli Stati Uniti, per la natura delle città vastissime con quartieri abitati eccentrici e lontani dai quartieri degli affari, un grande sviluppo e sta preparandosi col motore monofase ad affrontare la elettrificazione delle ferrovie è scarsamente rappresentata in questa Esposizione.

Le locomotive per miniera negli stand della Baldwin-Westinghouse e della General fanno conoscere tipi a trolley ed a cavo compattissimi e singolarmente adatti per l'avanzamento in gallerie (fig. 76).

La tecnica dei sistemi di frenamento e di carrozzeria è rappresentata nel palazzo dei trasporti (1) e non può essere considerata nella rassegna; compaiono invece i particolari dei sistemi di comando dei treni di automotrici delle ferrovie elevate.

Un treno formato da automotrici elettriche, quali sono destinati al servizio urbano nelle Elevated americane, richiede, per il comando di tutte le unità motrici e dei freni dalla cabina di testa della prima automotrice, un sistema multiplo e simultaneo.

Questi sistemi multipli che si propongono di provvedere agli avviamenti, accelerazioni, arresti, frenamento di tutti i motori delle varie automotrici contemporaneamente con comando centrale costituiscono uno dei particolari più interessanti della tecnica americana della trazione elettrica.

Nello stand della Westinghouse sono esposte in azione le varie parti del sistema: « Westinghouse Unit Switch System of Multiple control », relativo ad una automotrice a due motori di 200 cavalli.

Ogni automotrice porta un sistema interruttore elettropneumatico comandabile a distanza mediante circuiti secondari a bassa tensione, percorrenti tutto il treno, e comandati dalla cabina frontale di manovra.

(1) Vedi *Rivista tecnica*, 1904.

Digitized by Google

L'interruttore principale è formato da una serie d'interruttori individuali unipolari collocati radialmente attorno ad un serbatoio cilindrico di aria compressa.

Questi interruttori sono chiusi pneumaticamente quando le real-

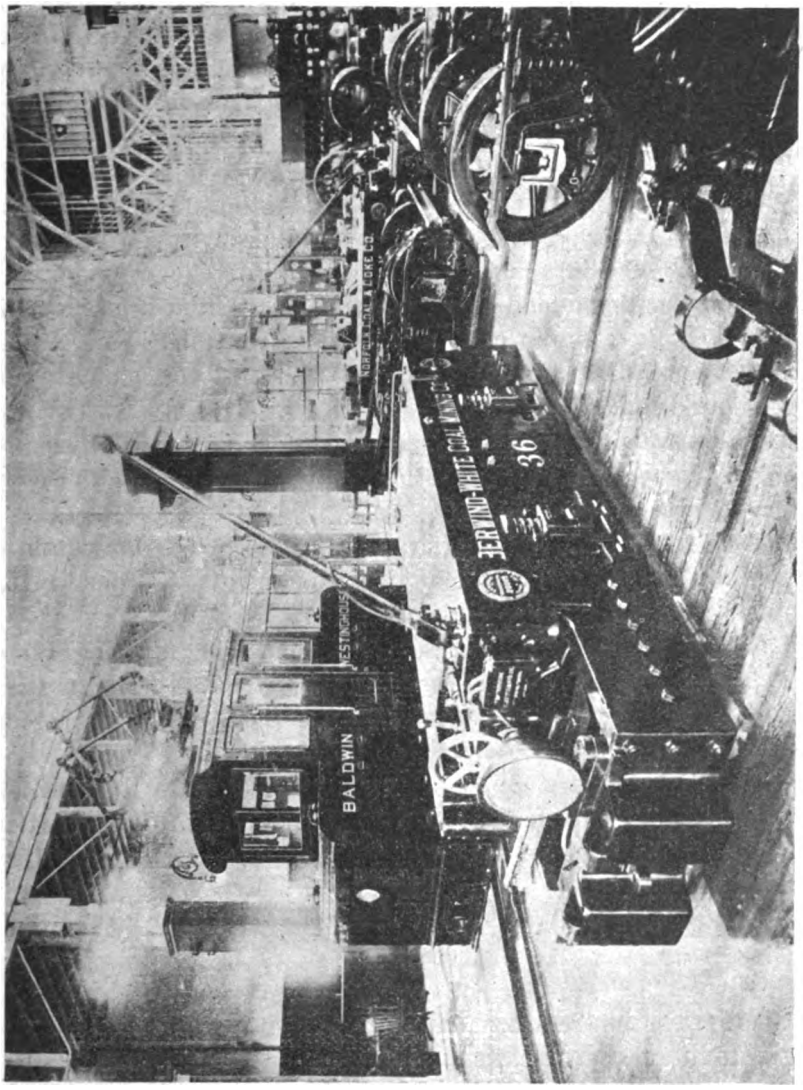


Fig. 76. — La mostra della Baldwin Westinghouse.

tive valvole di ammissione dell'aria compressa siano aperte elettromagneticamente da un circuito secondario a bassa tensione.

Gl'interruttori, muniti di contatti in rame isolati in celle, hanno l'ufficio d'inserire il motore in circuito e di regolare le resistenze per l'avviamento e per le varie velocità (fig. 77).

Digitized by Google

Le valvole che comandano i singoli interruttori sono così connesse che la chiusura di una di esse eccita il magnete della successiva, in modo che l'azione dell'apertura delle valvole procede automaticamente e tale da ottenere l'avviamento automatico del motore mantenendo la corrente costante, poichè un interruttore a massima, inserito in serie sul circuito, può limitare questa azione progressiva tutte le volte che la intensità della corrente assorbita sia troppo grande.

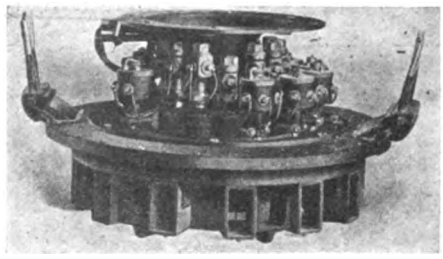


Fig. 77. — Il sistema multiplo Westinghouse. L'interruttore.

I circuiti che comandano le valvole pneumatiche sono alimentati da una batteria di accumulatori a 14 volt, e fanno capo al controller centrale.

Questi circuiti si stendono lungo tutto il treno, comandando egualmente e simultaneamente i gruppi d'interruttori descritti, collocati sotto il telaio dell'aumotrice. L'aria compressa necessaria per i freni e il comando degli interruttori è ottenuta mediante un gruppo motore-compressore.

Il sistema adottato dalle Elevated di Chicago è completato da interruttori a massima e commutatori comandati elettromagneticamente.

La General Electric Co. presenta in operazione nel suo stand ed in effettivo funzionamento sui carrozzoni della ferrovia interna della Esposizione il sistema di comando multiplo Sprague che a differenza di quello Westinghouse è completamente elettrico.

I circuiti secondari che si sviluppano lungo tutto il treno delle automotrici agiscono mediante elettromagnete sugli interruttori che hanno l'ufficio d'inserire i motori e variare la velocità con le resistenze di avviamento.

Telegrafia.

Il progresso che i mezzi di comunicazione del pensiero hanno raggiunto in questo paese, in cui l'intensità dei traffici e la libertà concessa all'esercizio privato hanno condotto ad una rete telegrafica e telefonica molto densa, appare a questa esposizione più nella telefonia che non nella telegrafia.

Le Compagnie commerciali che hanno in mano il servizio telegrafico non danno un esempio molto fortunato di esercizio privato,

Digitized by Google

poichè, sia le tariffe che la sicurezza e speditezza del servizio, lasciano molto a desiderare.

È norma generale di adattare i ricevitori fonici che permettono una maggiore celerità di ricezione, mentre eliminano ogni controllo.

In materia di apparecchi, oltre alla Rowland, oramai adottata fra noi, è da segnalarsi il sistema del Delany.

Il Delany partendo dallo stesso principio che già aveva condotto il Wheatstone a inviare sulla linea emissioni elettriche alternativamente positive e negative per annullare gli effetti ritardatari delle cariche elettrostatiche, proponeva di inviare segnali d'eguale durata affinchè i segnali fossero egualmente influenzati dalle cariche della linea, e realizzava il principio con un primo apparecchio a striscia perforata a scambio di polarità irregolare.

All'Esposizione di Saint-Louis il Delanay presenta al pubblico un nuovo sistema per cui si avrebbe la inversione della corrente nella linea ad ogni segnale, utilizzando la stessa carica elettrostatica della linea per la formazione dei segnali. Quando si lancia una impulsione nella linea, questa ha la tendenza, in causa della capacità della linea stessa, a prolungarsi oltre il tempo dell'impulsione stessa, e si può far cessare inviando una seconda impulsione in senso contrario, che, a seconda dell'intervallo di tempo che intercede fra le due impulsioni, darà luogo alla formazione di un punto o di una linea.

Il principio è assolutamente originale, e conduce ad annullare completamente l'inerzia della linea, utilizzando la stessa scarica di essa ad avere segnali di eguale durata (come semplici impulsioni) le inversioni di polarità avvengono ad ogni segnale, per modo che la linea è sempre scarica. Nel caso in cui la linea non presentasse sufficiente capacità per dare le correnti di scarica di sufficiente intensità, è possibile inserire condensatori che conducano al grado sufficiente di capacità.

Per applicare il principio è sufficiente determinare l'impulsione dei due segnali di polarità opposta con intervalli di tempo variabili, e di avere un ricevitore sensibile alla corrente di una determinata polarità. Nell'apparecchio fuzionante all'Esposizione, la trasmissione è fatta mediante striscia forata, preparata in precedenza con apposito perforatore. La striscia forata, mediante un motorino elettrico a sistema moltiplicatore e regolatore di velocità, viene fatta scorrere fra due sistemi di spazzole che si affacciano in corrispondenza dei fori, e possono solo venire in contatto quando la striscia presenta un foro; le spazzole superiori sono connesse in parallelo alla

Digitized by Google

linea, le inferiori, rispettivamente, al polo positivo e negativo di due batterie di pile i cui secondi poli vanno a terra. A seconda che i fori sono superiori od inferiori, si trasmettono sulla linea segnali positivi o negativi; i segnali positivi sono destinati a cominciare i segnali, i negativi ad interromperli; le scariche prodotte da segnali positivi devono formare i segnali, le scariche dovute ai segnali negativi non devono influenzare la striscia ricevitrice. Il Delanay ricorse ad un ricevitore elettrolitico; in contatto di una striscia di carta cianurata si appoggiano due sistemi di spazzole, l'uno formato da una spazzola ad ago connessa alla linea, l'altro da due spazzole connesse in parallelo che vanno a terra; la prima spazzola precede le due spazzole a terra. Quando la carta scorre a grande velocità, comandata da sistema analogo a quello dell'apparecchio trasmettitore, e si lancia nella linea un'emissione positiva, l'ago comincia a segnare sulla striscia ricevitrice un segnale azzurro, dovuto alla azione del ferro elettrolitico sul cianuro potassico, e tale segnale continua per la corrente di scarica finchè non è emessa un'impulsione negativa che rende inattivo l'ago di ferro e renderebbe attive le spazzole unite a terra, che invece sono di ottone; cessa la trasmissione del segnale. Inviando a intervalli di tempi diversi queste impulsioni contrarie, si possono tracciare sulla carta punti e linee coll'alfabeto Morse ordinario.

***

Gli Stati Uniti d'America, che con una certa gelosia avevano ricevuto finora le invenzioni relative alla telegrafia senza fili dell'Europa, dove questa aveva avuto un completo sviluppo scientifico e pratico, e che pure aiutando Marconi e la sua Compagnia in modo liberale, non potevano perdonargli che il suo non fosse sangue di *jankee,* hanno accolto con entusiasmo i risultati degli studi del Fessenden e del De Forest, che presentavano un sistema di radiotelegrafia nuovo in alcuni particolari, che potevano dargli, sotto qualche aspetto, una superiorità sui sistemi europei.

Sia il Fessenden che il De Forest ricorrono a ricevitori di onde hertziane elettrolitici nel loro nome più che nel loro funzionamento.

Il dottor Lee de Forest, dopo gli studi del Neugscwender e dell'Aschkinass, che avevano confermato come sotto l'azione di onde elettriche una cellula elettrolitica formata da una lamina d'argento in cui fosse praticata una sottilissima fessura riempita poi di umidità mostrava delle variazioni di resistenza, proponeva di adottare come apparecchio ricevitore una cellula elettrolitica che sotto l'azione

Digitized by Google

delle oscillazioni elettriche emanata da un oscillatore, producesse delle variazioni di resistenza in un circuito che poteva segnalarle mediante un telefono.

Mentre nel coherer ordinario l'azione delle oscillazioni elettriche è di diminuire la resistenza del circuito ricevente, nel responder, così detto dal De Forest, le oscillazioni elettriche vengono a spezzare minuti tentacoli metallici che per elettrolisi sono formati tra i poli del ricevitore e aumentano la resistenza del circuito.

Senza indagare ora se questo fenomeno è di natura elettrochimica, o termica o semplicemente meccanica, (1) dobbiamo riconoscere al responder il vantaggio della decoherizzazione, la velocità di ricezione fatta telefonicamente, e di essere per il fatto che utilizza le componenti elettromagnetiche delle oscillazioni nel punto più favorevole del circuito, a cui corrisponde un ventre della componente elettromagnetica. Nella sua forma attuale il responder è una boccetta nel cui tappo sono inseriti due filamenti metallici spostabili, immersi in un liquido vischioso che costituisce il mezzo elettrolitico.

Nei particolari del sistema trasmettitore e ricevitore, per quanto siano applicati con cura i principî della sintonia, nulla di originale e degno di nota è stato realizzato.

La De Forest Wireless Telegraph C°, costituitasi nel 1902 sotto la presidenza di Mr White e diretta dal De Forest, per sfruttare questo nuovo sistema di radiotelegrafia, ha voluto che all'Esposizione di Saint-Louis si installasse un impianto di stazioni radiotelegrafiche in comunicazione reciproca e in comunicazione con stazioni esterne al recinto dell'Esposizione, andando incontro a gravissime spese a scopo di *réclame,* sia per assicurarsi in questo momento critico l'appoggio del Governo e raccogliere in azioni un capitale sufficiente per porsi in concorrenza colla Compagnia Marconi, che pure ha molte simpatie in questo paese, come a scopo di studio e di perfezionamento degli apparecchi sotto il punto di vista della sintonia e dello studio delle proprietà delle oscillazioni elettriche. Le stazioni nel recinto dell'Esposizione sono in numero di dieci, alcune nell'interno degli edifici, altre esterne.

La stazione che attrae maggiormente l'attenzione del pubblico è la torre d'acciaio, alta 90 metri, che è destinata alla trasmissione delle notizie dell'Esposizione ai giornali della città di Saint-Louis, e che sarà messa in comunicazione con Chicago e New Orleans,

(1) Vedi *Elettricità*, n. 41, pag. 904.

Digitized by Google

permettendo così la trasmissione radiotelegrafica attraverso a tutti gli Stati Uniti (fig. 78). Sulla sommità della torre cui conduce un elevatore, si innalza un'antenna di 9 metri, alla quale sono uniti tre fili radiatori, che allontanandosi dalla torre a modo di ventaglio, rientrano in essa in corrispondenza della prima piattaforma dove è la stazione trasmettitrice. Questa è alimentata da corrente alternata a 120 volt e 25 periodi, ottenuta sulla piattaforma stessa mediante un gruppo motore generatore alimentato a corrente continua a 110 volt; il numero di ampère che può essere assorbito è di 20. Nell'interno della stazione è collocato l'apparecchio trasmettitore descritto, formato dal trasformatore 120/20000 volt, dalle bottiglie di Leyda, dall'elica che forma l'estremità dell'antenna e che circonda il sistema produttore delle scariche, il tasto Morse ed un quadretto di distribuzione per la manovra del gruppo motore-generatore. Questa stazione è in continuo funzionamento in corrispondenza coi giornali di Saint-Louis. Tra la riproduzione di Gerusalemme ed il villaggio giapponese si eleva l'albero mastro, alto 60 metri, alla cui sommità una trave orizzontale sostiene i conduttori-radiatori che scendono alla cabina alla base del palo.

La mostra più interessante pel tecnico e che è l'*headquarter* della Compagnia, si trova nel palazzo dell'elettricità, e rappresenta un modello in scala ridotta della stazione in corso di costruzione a Flattery-Washington, destinata alla comunicazione colla regione di Alaska. La stazione è formata da tre torri in acciaio, dell'altezza di 67 metri, situate ai vertici di un triangolo equilatero di circa 80 metri; (nel modello l'altezza è di 18 metri ed il lato di circa 20). Da corde metalliche tese fra le sommità delle torri, scendono per ogni lato 10 conduttori radiatori, formati da fili di rame intrecciati; questa piramide triangolare viene ad unirsi all'autotrasformatore ed al resto dell'apparecchio. La stazione avrà una potenza motrice di 60 cavalli, e rappresenterà di certo una delle maggiori finora costrutte.

Altre tre stazioni sono rappresentate da automobili costrutte per il servizio della telegrafia senza filo e destinate ad usi di guerra, giacchè il sistema De Forest, per la sua semplicità, si presta in modo singolare per la sua applicazione. Il De Forest, mediante automobili che azionano pure il generatore a corrente alternata, e colla semplicità del sistema ricevitore o trasmettitore, ha potuto formare una vettura automobile assai leggera e semplice. (L'antenna può essere sostenuta da un pallone aereostatico, ovvero può montarsi con una canna di bambou, che può raggiungere i 20 metri. Nelle automobili

Digitized by Google

esposte si ha semplicemente un'antenna di ottone alta 9 metri, e la distanza di trasmissione raggiunta con queste stazioni mobili fu di 40 chilometri).

Fig. 78.

Da circa due anni il sistema di telegrafia senza fili De Forest è entrato nella pratica ed è stato specialmente destinato alle comunicazioni fra stazioni fisse, piroscafi o veicoli, o tra piroscafi per le trasmissioni transatlantiche.

Digitized by Google

È intenzione della Compagnia di stabilire una trasmissione radiotelegrafica transpacifica; saranno perciò quattro stazioni, una alla estremità meridionale della California, la seconda alla punta nord del gruppo delle isole Haway, una delle isole Filippine vicino a Manilla e la quarta a Hong-Kong. Ciascuna stazione consisterà in tre antenne dalle cui sommità come nella stazione di Capo Flattery scendono schermi formati da radiatori. Il costo delle quattro stazioni è stato calcolato a dollari 182,000.

Il sistema di radiotelegrafia del De Forest, pure applicando per il ricevitore fenomeni elettrolitici che danno a questo una grande sensibilità e velocità di ricevimento dei segnali, grande costanza nella capacità, facile accordo sintonico, e pure applicando i principî dei circuiti oscillanti in modo razionale, non ha risolto completamente il problema della sintonia, per quanto lo abbia assai migliorato, e di fronte ai sistemi degli inventori europei, che come il Marconi hanno abolito il vecchio *coherer* per usare il *detector* che è di costruzione semplicissima, permette una grande velocità di trasmissione e rende i segnali ordinariamente ricevibili per mezzo del telefono, non porta nella tecnica della radiotelegrafia novità tali da rendere il sistema preferibile agli attuali in servizio, tanto più che le massime distanze raggiunte sono inferiori a quelle raggiunte sia dal Marconi, come dall'Artom, come dallo Slaby.

La tendenza attuale della tecnica della telegrafia senza fili è diretta ad applicare nuovi principî che non influiscono tanto sulla velocità di trasmissione, come sulla sicurezza dei segnali; il problema della sintonia non deve risolversi semplicemente applicando i principî dei circuiti risonanti, ma applicando principî nuovi nella trasmissione delle oscillazioni in modo da imprimere ad esse caratteri tali da rendere più facile una separazione delle trasmissioni contemporanee, e la loro dirigibilità.

Telefonia.

La telefonia ha avuto negli Stati Uniti uno sviluppo ben maggiore che non nel continente europeo. La Bell Telephone Company che ha consolidato a sè la maggior parte delle compagnie esercenti e costruttrici d'impianti telefonici ha saputo con molta intraprendenza diffondere il comodo mezzo di comunicazione in ogni città, estenderlo ai servizi interurbani, ed infine renderlo comune alle fattorie sparse a grandi distanze nelle campagne.

Digitized by Google

Dei 2,137,256 abbonati ad apparecchi telefonici intercomunicanti 1,277,983 appartengono al sistema Bell; sono circa 8,000,000 chilometri di linea e 10,000 scambi.

Dei 5,070,000,000 di comunicazioni stabilite nel 1902 il 60 per cento erano dirette lungo le linee del sistema Bell.

Può dare un'idea della grande popolarità dell'apparecchio telefonico il fatto che il numero delle comunicazioni telefoniche nel 1903 superò il numero delle lettere e cartoline passanti per gli uffici postali, ed è 50 volte superiore al numero dei telegrammi spediti nello stesso anno.

La Bell illustra queste cifre nel suo padiglione che provvede ai servizi di comunicazione nel recinto dell'esposizione in comunione colla rete esterna.

L'apparecchio telefonico si è perfezionato molto, nei particolari costruttori dei microfoni e dei ricevitori, nella comodità ed eleganza dell'insieme e certo nulla ha di comune con le ingombranti cassette davanti alle quali noi ci sgoliamo senza farci intendere..

Negli uffici dove ogni impiegato ha sul *deck* l'apparecchio telefonico possono farsi le conversazioni simultaneamente a così bassa voce che il silenzio non ne è turbato.

Novità di poco valore relative all'igiene degli apparecchi compaiono in grande numero e dimostrano come si pensi a migliorare sotto ogni aspetto il prezioso apparecchio.

L'invenzione più originale in questo campo, dove il genio inventivo degli americani si è più che in ogni altro scervellato per rendere le comunicazioni telefoniche rapide e comode è certamente quella del telefono automatico.

Dal periodo di prova questo sistema di apparecchi telefonici che si propose di eliminare il personale delle centrali, stabilendo la diretta comunicazione fra abbonati, è passato felicemente nella pratica, essendo adottato da grandi centrali telefoniche americane, quali quella di Chicago di 10,000 abbonati.

Il sistema della Automatic Electric C. raggiunge una semplicità e perfezione ideale, l'abbonato che desidera la comunicazione con l'apparecchio di un determinato numero, non ha che a formare questo numero cacciando successivamente il dito in fori numerati da 0 a 9 disposti sulla periferia di un disco rotante, e produrre la rotazione di questo disco fino ad un arresto fisso (fig. 79). Mediante questa rotazione la cui ampiezza dipende dalle cifre formanti il numero da trasmettere, si mandano nella linea numeri diversi di impulsioni che raggiungono nella centrale telefonica uno speciale apparecchio

Digitized by Google

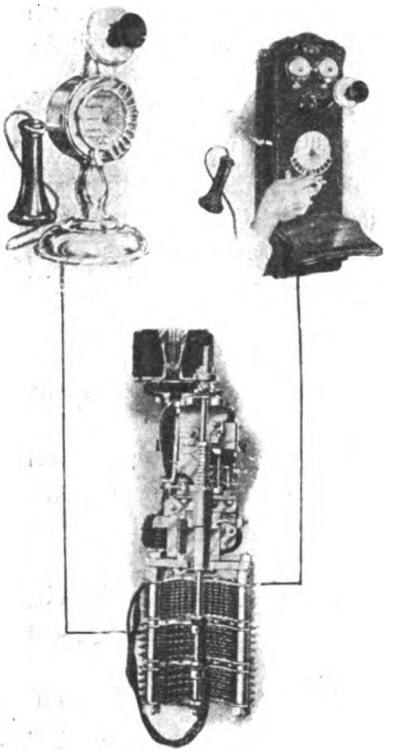


Fig. 79. — Telefono automatico.

detto *selector*, relativo ad ogni abbonato, in cui producono successive attrazioni e rotazioni di un'asta verticale che può determinare il centinaio a cui appartiene l'abbonato scelto; una seconda serie di apparecchi detti *connector*, in numero di uno ogni cento selector, stabilisce le migliaia e decine di migliaia.

Un semplice colpo di campanello avverte poi l'abbonato chiamato. Una speciale macchina ad alta frequenza invia sulla linea il segnale *busy* (occupato) quando l'apparecchio chiamato è in questa condizione. L'operazione è molto rapida, ed evita molte noie e perdite di tempo.

I vantaggi più segnalati del nuovo sistema, che comincia ad applicarsi in Europa sono:

1° il quadro non ha operatori, quindi è di funzionamento regolarissimo;

2° il quadro può essere collocato in qualunque locale abolendo tutte le sale telefoniche che la convivenza sociale richiedeva;

3° un solo sorvegliante per la manutenzione e lubrificazione apparecchi basta per 1000 abbonati;

4° il servizio è assolutamente segreto, vantaggio inestimabile in questioni di affari;

5° non vi è pericolo di sbaglio di numero; l'apparecchio non è distratto nè curioso;

6° il costo della centrale corrisponde esattamente al numero degli abbonati, ed il prezzo per abbonato è indipendente dal numero di essi;

7° il sistema automatico è cosmopolita, persona di qualunque lingua può servirsene;

8° la centrale non è mai sovraccarica di lavoro, il periodo notturno è eguale al diurno;

9° rapidità di connessione;

10° economia di esercizio.

Digitized by Google

Mostra retrospettiva delle Compagnie Edison.

Tutte le gallerie che raccolgono i prodotti della tecnica americana fanno capo alla mostra retrospettiva delle Compagnie Edison (fig. 80).

L'Associazione delle Compagnie Edison (Association of Edisou Illuminating Companies) ha voluto essere rappresentata a questa Esposizione dopo cinque lustri dalla installazione del primo sistema Edison, con una ricca mostra storica che segue lo sviluppo di questa grande organizzazione e dice la storia di due fattori della odierna civiltà industriale, la dinamo e la lampada ad incandescenza.

Questa Esposizione è un'apoteosi del Wizard of Menlo Park (Il mago di Menlo Park) che con la coorte dei suoi assistenti ha per un ventennio meravigliato il mondo con la originalità delle sue concezioni ed invenzioni.

Lo studio del problema della suddivisione della corrente elettrica a scopo di illuminazione lo condusse alla costruzione della dinamo elettrica, alla invenzione della lampada ad incandescenza, ed alla formazione del sistema a distribuzione a tre fili, che proposto nel 1879 è ancora quello che costituisce il tipo di distribuzione delle città americane.

Le prime Jumbo caratteristiche pei loro lunghi magneti di eccitazione, che introducevano principî nuovi in questa tecnica, quale l'armatura di piccola resistenza, relativamente a quella esterna, l'uso della mica come isolante, l'accoppiamento della dinamo in serie, i sistemi di regolazione a potenziale costante sono rappresentate da una delle dinamo che alimentarono il primo impianto di illuminazione elettrica installato sul piroscafo *Columbia*.

Il secondo periodo delle Jumbo che sostituisce alle piccole unità generatrici comandate da contralberi e cinghie una sola dinamo di grande potenza accoppiata direttamente alla motrice termica con maggiore rendimento e compattezza, preludendo le tendenze manifestatesi molti anni dopo nelle colossali unità direttamente accoppiate delle moderne centrali, è rappresentata dalla prima dinamo a vapore costrutta, che esposta nel 1881 a Parigi, suscitava l'ammirazione dei tecnici, che la ritenevano una meraviglia di costruzione meccanica ed elettrica.

Il campo magnetico di queste dinamo, che a Londra, New York, Milano, Santiago, hanno funzionato fino a pochi anni sono, era pro-

Digitized by Google

dotto da otto nuclei massicci eccitati, l'armatura rotante era laminata con nucleo ad anello, avvolgimento continuo chiuso della resistenza di circa 0,0092 ohm di cui 0,0055 relative ai tratti attivi e 0,0037 ohm ai dischi frontali.

Con l'armatura ventilata da un ventilatore, la dinamo era capace di fornire in modo continuo una corrente di circa 500 ampère ad una tensione di 103 volt, potendo accendere 700 lampade di 16 candele, assorbenti 4, 5 watt per candela.

La prima locomotiva elettrica costrutta e funzionante a Menlo Park-New York nel 1880 è stata mandata da T. Edison in questa mostra per dire delle prime applicazioni della dinamo compoundata e far riconoscere quale grande evoluzione ha subíto la locomotiva elettrica da quegli anni memorabili ad oggi, lasciando prevedere che gli anni venturi continuerà questa evoluzione della trazione elettrica, ancor oggi imperfettamente risolta.

Questa locomotiva che seguì immediatamente alla lampada ad incandescenza come quella applicazione che dopo la lotta contro la oscurità seguiva per importanza, è una bizzarra costruzione, a quattro ruote portante una dinamo Z rovesciata in posizione orizzontale, a comando mediante puleggie a frizione, calettate sull'albero del motore e sull'asse della locomotiva, che potevano trascinarsi in rotazione mediante un rullo intermedio manovrato da leva. Le rotaie isolate convogliavano la corrente che era raccolta dai cerchioni delle ruote stesse isolati dalla massa della locomotiva. Tre carri seguivano questa locomotiva, che poteva spingersi alla velocità di 90 chilometri all'ora, con un carico di 10 tonnellate.

*
* *

William J. Hammer, assistente di Edison nel periodo in cui questi attribuiva al suo nome la gloria di inventare la lampada a incandescenza, testimone di tentativi che condussero a questo risultato, venne formando una collezione della lampada Edison nella loro successiva evoluzione e continuando nella sua attuale posizione di ingegnere consulente a New York ad aggregare a questa interessante raccolta i nuovi tipi di lampade ad incandescenza, che vengono continuamente proponendosi, ha potuto formare una mostra retrospettiva di alto interesse storico, che inviando alla Esposizione di Saint Louis ha chiamato la « storia di una invenzione ». Le 800 lampade esposte illustrano questa storia, dalla prima lampada a filo di platino a regolatore termostatico, a quella a spirali di platino e iridio, ossido di zirconio, la famosa lampada a filamento a ferro di cavallo,

Digitized by Google

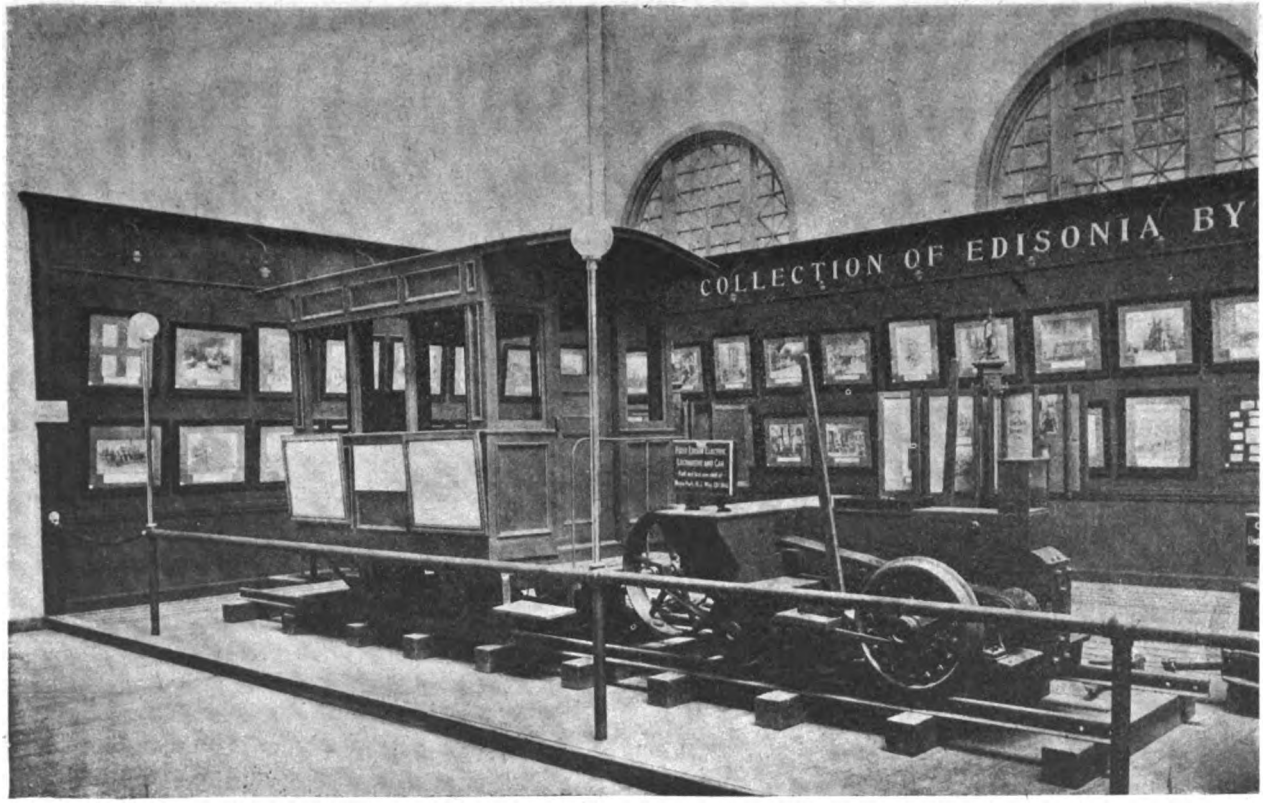


Fig. 80. — La mostra retrospettiva delle Compagnie Edison.

Digitized by Google

di carta, di piombaggine, di bambou, fino all'attuale lampada a filamento di cellulosa.

Le lampade Swan, Sawyer, Cruto, Thomson, Siemens, Ganz, Westinghouse, con tutti gli altri tipi europei che si succedettero lasciando più o meno traccie fino alle moderne Nernst, lampade all'osmio, al tantalio, sviluppano parallelamente la storia di altre tendenze ed affermano che il progresso in questo campo è continuo e rapido.

Dinamo, motrici termiche, apparecchi di misura, scatole di giunzione di cavi, cimeli di grande interesse, modelli delle prime centrali, forniscono una chiara idea della evoluzione subíta dal sistema a tre fili in tutti i suoi particolari, dalla centrale alla lampadina, dimostrando quanto acuta fosse la mente che nell'accoppiamento diretto della dinamo, loro connessione in serie, distribuzione ad alta tensione, utilizzazione in parallelo, dava le norme che hanno regolato, ed uniformano ancor ora il maggior numero degli impianti elettrici americani.

Fotografie, diagrammi e statistiche illustrano d'altra parte lo sviluppo della grande Associazione delle Compagnie Edison, mostrando i particolari delle più moderne e potenti centrali elettriche, e l'incremento che le applicazioni dell'elettricità hanno nel continente americano.

L'accumulatore di ferro-nikelio, ancora oggetto di studio e poco diffuso è pure accolto in questa mostra come la più recente invenzione del grande elestricista.

L'Associazione delle Compagnie Edison, l'American Institute Electrical Engineers e la National Light Company, esercitano la ospitalità verso i visitatori di questa mostra con tre sale convenientemente addobbate e ricche di giornali tecnici.

Sezione italiana.

L'Italia compare nel Palazzo dell'Elettricità per la propaganda fatta dall'Associazione Elettrotecnica Italiana affinchè il nostro concorso riuscisse degno del progresso elettrotecnico a cui siamo giunti nella costruzione di materiale elettrico e nell'impianto di centrali. Disgraziatamente la nostra industria elettromeccanica ha dovuto in questi anni superare crisi gravissime e concentrare ogni sforzo per opporsi alla concorrenza estera, non ha potuto quindi prepararsi ad una mostra in cui certo non avrebbe sfigurato (fig. 81).

Digitized by Google

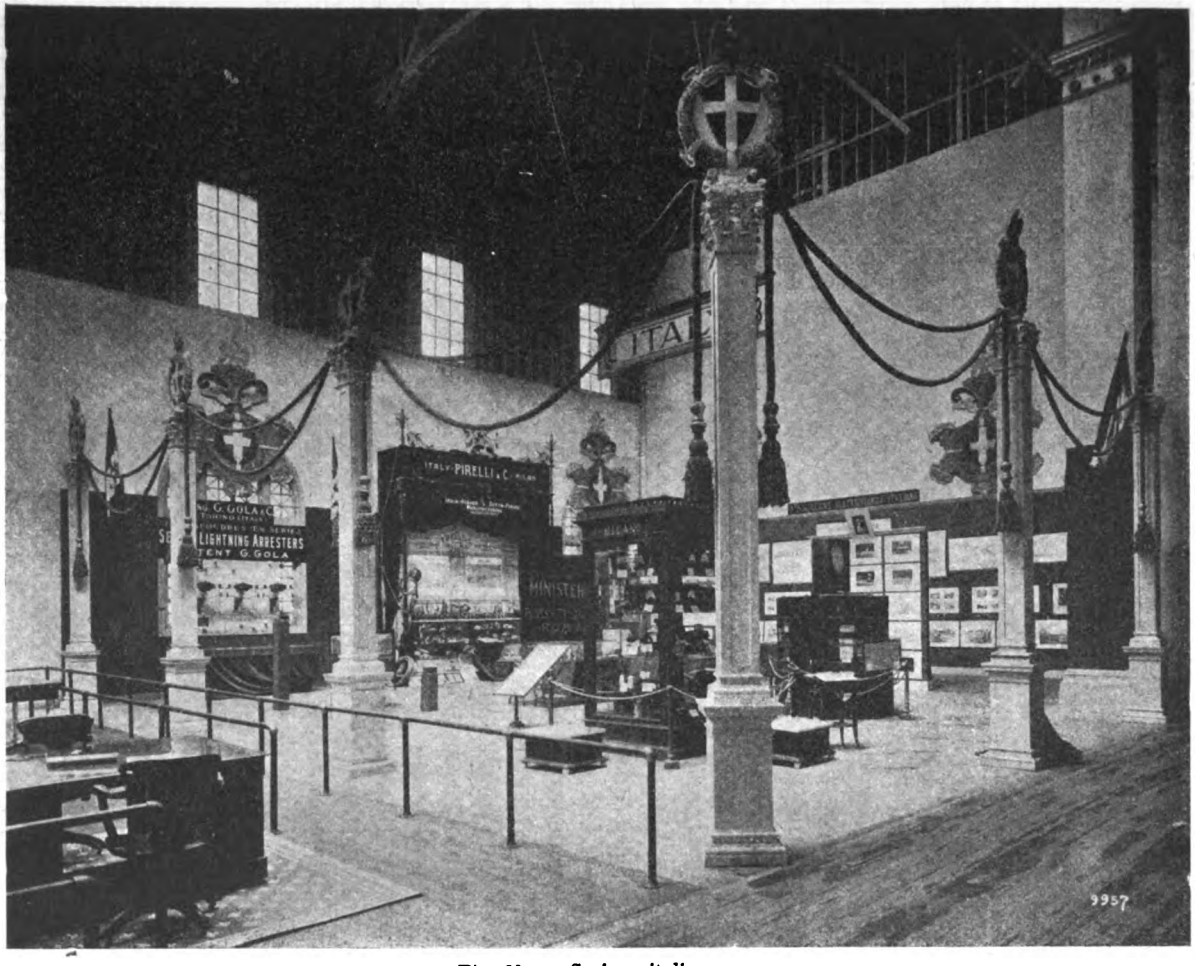


Fig. 81. — Sezione italiana.

Digitized by Google

Altre industrie speciali che attendono alla fabbricazione di apparecchi più specialmente destinati alle centrali elettriche ed in condizioni di mercato migliori, sono comparse ben rappresentate e rendono interessante la sezione italiana di elettricità.

La Ditta Pirelli ha un ricco *stand* mostrante i suoi tipi di cavi telegrafici, telefonici ad alta tensione che rendono nota la Ditta anche nel continente americano. Ha destato speciale attenzione nei tecnici lo studio dell'ing. Jona sul metodo di formazione di cavi ad altissima tensione.

La Ditta Olivetti che ha coraggiosamente introdotto e portato a grande perfezione l'industria degli apparecchi di misura elettrici, compare coi suoi apparecchi registratori a relais, a carta continua, e con tutta la serie dei suoi apparecchi indicatori, termici, magneto-elettrici ed elettromagnetici che per la loro esattezza hanno valso alla Ditta il *Grand Prix* dopo accurate prove di taratura fatte dalla Giuria.

L'ing. Gola ha presentato una terna dei suoi parafulmini in serie, così largamente adottati in Europa, e che nel nuovo continente hanno suscitato vivaci discussioni intorno alla loro teoria e sicurezza.

La Società dell'Elettrocarbonium ha campioni di elettrodi in carbone, e di carboni per lampade ad arco.

Occupano il centro della sezione due vetrine contenenti i cimeli del Volta, Belli, Pacinotti e Ferraris. I primi motori a campo rotante del Ferraris sono oggetto di viva curiosità per la storia che rappresentano.

Di fronte al Ministero delle poste e dei telegrafi che presenta diagrammi sul movimento postale e telegrafico, pubblicazioni, fototipie e statistiche, tiene il posto d'onore l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Sotto i suoi auspici sono esposte fotografie e cataloghi che possono dare al tecnico un'idea dello stato delle nostre industrie elettrotecniche.

L'organizzazione dell'Associazione e l'attività della sede centrale e delle sezioni sono rappresentate dagli atti dell'Associazione e dalle sue pubblicazioni tra cui i tre volumi delle opere del suo primo presidente Galileo Ferraris.

La Società Lombarda per la distribuzione della energia elettrica ha una larga mostra di disegni e fotografie della centrale di Vizzola, delle stazioni di Castellanza e Turbigo, ed in una grande carta topografica mostra lo sviluppo della sua rete.

Digitized by Google

La Societe Edison raccoglie pure i quadri murali, le fotografie della centrale di Paderno e delle stazioni di Santa Radegonda e Porta Volta; così la Società Anglo-Romana per la illuminazione di Roma descrive la stazione di Tivoli e le opere ed i lavori per la distribuzione, così la Società Elettrotecnica Comense A. Volta per gli impianti di Corrido, la Società di Napoli per Imprese Elettriche.

La nostra attività nel campo della elettrochimica è rappresentata dalla Società Italiana per il Carburo di Calcio che illustra gli impianti di Papigno e Collestatte contribuendo a formare una mostra di centrali idroelettriche che hanno un grande interesse per i tecnici americani. L'Hensemberger contribuisce alla mostra con fotografie di batterie di accumulatori, così la Casa Tudor con catologhi. Le ferrovie elettriche che pure sarebbero state di interesse mondiale costituendo sperimenti diretti allo studio dei particolari tecnici ed economici della trazione elettrica sono scarsamente rappresentate da alcune pubblicazioni sulle ferrovie valtellinesi.

Nel campo delle costruzioni elettromeccaniche la Società Elettrotecnica Italiana con ricco *album* illustra le sue officine e le sue macchine e la Gadda-Brioschi-Finzi ha una ricca raccolta di fotografie degli impianti eseguiti e delle sue macchine. Il Franco Tosi di Legnano è ospitato dall'Associazione Elettrotecnica Italiana, e ci fa molto onore mostrando il numero e la grandiosità degli impianti eseguiti.

Il Ginori ed altri produttori di materiale attinente alla elettrotecnica sono presenti con cataloghi e fotografie.

Il regio Ispettorato delle Ferrovie ha collocato in questa sezione una ricca collezione di pubblicazioni, disegni e fotografie illustranti le principali opere d'arte costruite lungo le tre reti.

La sezione italiana di elettricità deve considerarsi come incompleta e rappresentante uno solo dei lati della sua attività in materia, mentre avrebbe potuto in un'Esposizione meno lontana ed in circostanze più favorevoli dimostrare la eccellenza delle nostre costruzioni elettromeccaniche.

Digitized by Google

N. 38.

VIII.

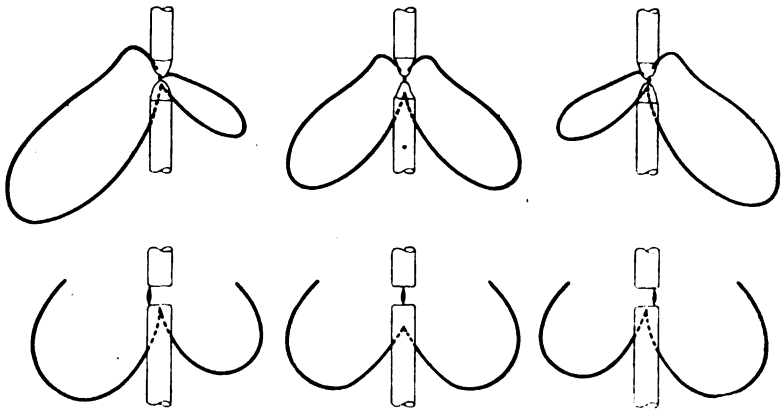
Ing. E. SOLERI

LE LAMPADE AD ARCO CHIUSO

E LORO REGOLAZIONE IN SERIE

Il sistema generalmente usato negli Stati Uniti per la illuminazione stradale è a lampade ad arco chiuso a corrente alternata, inserite e regolate in serie (fig. 82).

La General Electric Company ha in pochi anni installato 700 stazioni centrali con 82,000 lampade e 1650 regolatori. La Esposizione



Fi. 82. — Effetti dello spostamento dell'arco sulla superficie terminale dei carboni (le tre figure superiori si riferiscono all'arco aperto, le tre inferiori all'arco chiuso).

di Saint Louis stessa mostra una larga applicazione di questo sistema: 1800 lampade connesse a 100 in serie.

La tecnica americana ha adottato la lampada ad arco chiuso, poichè riconosce ad essa molti vantaggi fotometrici ed economici.

Alla lampada ad arco aperto si rimprovera anzitutto la lunghezza dell'arco che per minime differenze di omogeneità nei carboni diventa oscillante, ed ha specialmente in periodi di vento la tendenza di trasportarsi sulla periferia dei carboni con variazioni nella intensità luminosa media sferica e nei watt richiesti, e per quanto l'uso dei

Digitized by Google

carboni animati e dei globi opalescenti, renda per noi trascurabile questo inconveniente, esso non è tollerabile negli Stati Uniti, dove anche il prezzo dei carboni animati è troppo superiore a quello dei normali.

La lampada ad arco chiuso pure essendo soggetta allo spostarsi dell'arco sulla superficie terminale dei carboni, consente in ogni condizione una intensità sferica media costante e col globo interno apolescente, che diventa luminoso su tutta la sua superficie, ammorza queste oscillazioni ed oblitera le ombre proiettate dai carboni (fig. 82).

Se consideriamo i diagrammi della intensità luminosa di una lampada ad arco aperta a corrente continua, in serie, funzionante

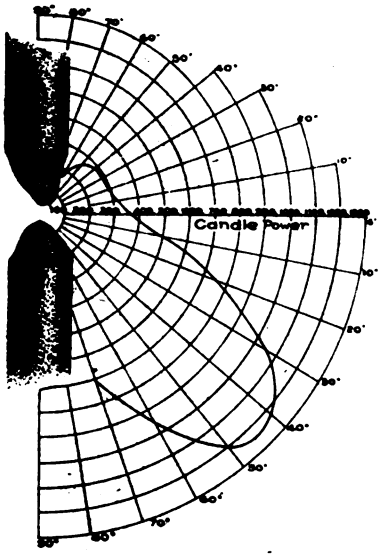


Fig. 83. — Diagramma dell'intensità luminosa. Arco a corrente continua aperto.

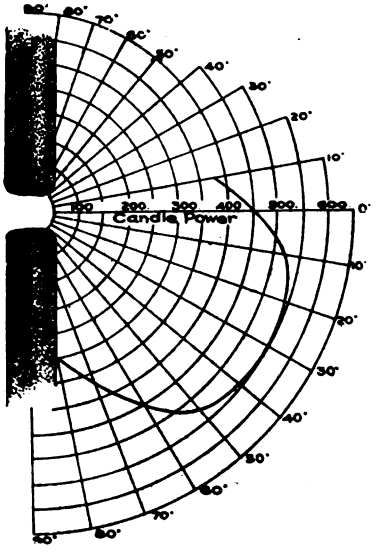


Fig. 84. — Diagramma dell'intensità luminosa. Arco a corrente alternata chiuso.

a 9,6 ampère e 50 volt (fig. 83), riconosciamo come la sua massima intensità luminosa corrisponda alla direzione inclinata di 45° nel piano orizzontale passante per il centro dell'arco, un minimo spostamento angolare da questa direzione diminuisce in modo sensibile la intensità luminosa; ne segue che la massima illuminazione sarà concentrata in un anello concentrico alla lampada di raggio uguale alla sua altezza dal suolo. I punti esterni a questo anello sono scarsamente illuminati, e nel passaggio attraverso a queste zone, l'occhio risente penosamente questa distribuzione non uniforme della luce.

Se consideriamo invece un arco chiuso a corrente alternata di $7\,^1/_2$ ampère e 75 volt, munito di riflettore (fig. 84), notiamo anzitutto

Digitized by Google

come i carboni si mantengono a superficie terminale piana, e come nel piano orizzontale passante per l'arco la intensità luminosa abbia un valore vicino al massimo, e come nella zona superiore a questo piano la intensità luminosa non diminuisca così rapidamente come nell'arco aperto. Coll'uso del riflettore questi raggi luminosi vengono projettati direttamente nella zona collocata sotto la lampada, mentre in tutte le altre direzioni il diagramma della distribuzione è tale da assicurare nella zona esterna a quella corrispondente ai 45° una maggiore uniformità d'illuminazione.

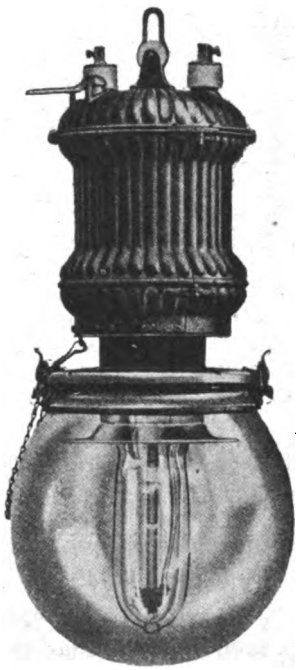


Fig. 85.
Lampada ad arco chiuso.

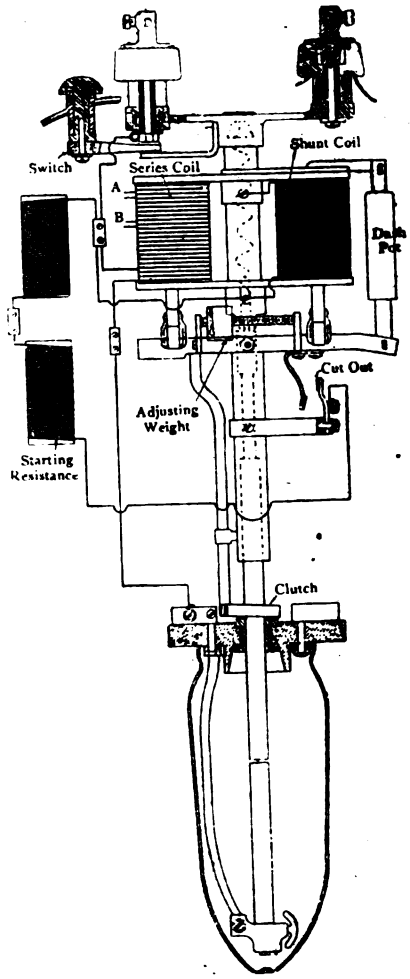


Fig. 86. — Schema della lampada ad arco chiuso.

È parere di tecnici specialisti americani che l'arco aperto sia più conveniente entro un raggio di azione di 30 metri dalla sorgente luminosa, mentre oltre questa distanza sia più conveniente l'arco chiuso, che è quindi maggiormente indicato per illuminazione stradale. Un vantaggio notevole della lampada ad arco chiuso è quello

Digitized by Google

della maggior durata dei carboni, 100-150 ore, con risparmio sensibile nella spesa di ricambio, sia pel materiale che per la mano d'opera.

Il rendimento elettrico della lampada è minore e la sua luce troppo azzurrastra, ma il suo rendimento economico e luminoso è certamente superiore a quello della lampada ad arco aperto.

L'ultima espressione della lampada ad arco chiuso americana, per servizio in serie, è rappresentata dalla illustrazione (fig. 85 e 86) della lampada Westinghouse; le sue caratteristiche sono: camicia in rame corrugato, apribile a cerniera e con fessure di ventilazione, interruttore a mano ed automatico (*cut-out*) per la resistenza di avviamento.

Resistenza di avviamento avvolta su porcellana; peso regolatore spostabile su passo di vite; dash-pot e valvola; bobine magnetiche avvolte su vulcasbesto; condotto d'uscita dei gas in materiale isolante; meccanismo differenziale; globo interno di dimensioni minime per la completa combustione dei gas; globo esterno sostenuto da anello di rame a minima superficie di contatto e catena; riflettore in acciaio smaltato.

Lavorando a 6,6 ampère il voltaggio medio richiesto è di 72 volt, che conduce a 76 volt agli estremi per la caduta di tensione nelle spirali di regolazione. La potenza apparente richiesta è di 500 watt, che con un fattore di potenza dell'82 per cento conduce alla potenza effettiva di 410 watt.

Il meccanismo consuma 20 watt, per cui il rendimento della lampada è di circa il 95 per cento.

I regolatori.

Molte case costruttrici in questi ultimi anni hanno inventato e costruito apparecchi per la regolazione dei circuiti in serie, che comprendono un numero assai rilevante di archi, 25, 50, 75, e debbono funzionare ad intensità di corrente costante in ogni condizione di numero di lampade accese.

I principî applicati nella costruzione di questi regolatori, per quanto simili, poichè si riducono a servirsi dei fenomeni induttivi della corrente alternata per derivare da un primario alimentato a potenziale costante, una corrente secondaria d'intensità costante, condussero le varie Case ad apparecchi assai diversi e diversamente funzionanti.

Digitized by Google

La Westinghouse Electric Co. forma il suo regolatore mediante trasformatore a primario fisso e secondario mobile, sospeso mediante rimando su puleggia e bilanciato da opportuno contrappeso (fig. 87).

La bobina mobile del secondario si sposta nell'interno del mantello in materiale permeabile laminato, che chiude il circuito magnetico.

Il regolatore è a repulsione ed ha lo scopo di mantenere nel circuito secondario una corrente costante col variare della sua resistenza, come di proteggere la linea isolandola dal circuito primario.

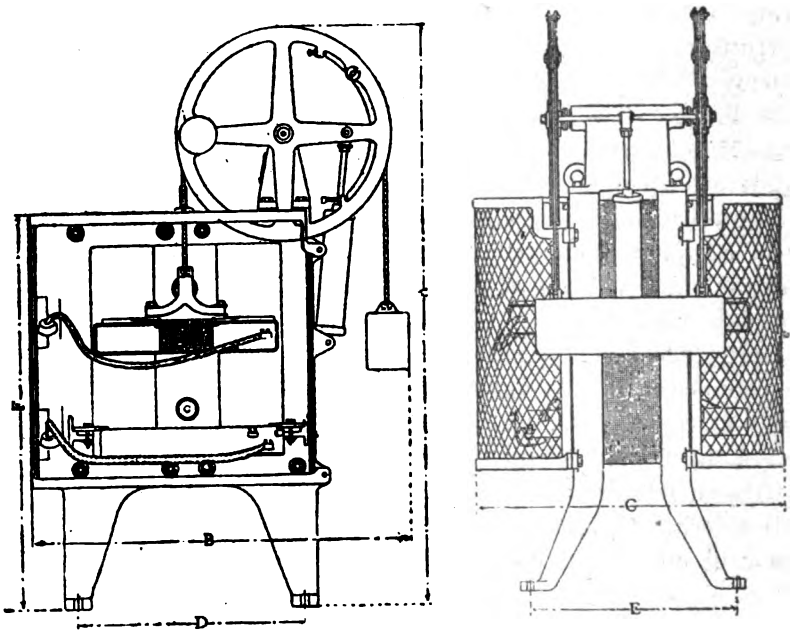


Fig. 87. — Regolatore Westinghouse.

In funzionamento normale il contrappeso equilibra il peso della bobina secondaria, meno la repulsione magnetica tra le due bobine, per cui ad ogni aumento d'intensità di corrente nel secondario aumenta la repulsione magnetica con susseguente allontanamento della bobina secondaria dalla primaria, che indurrà appunto in quella, in causa dei disperdimenti, una minore f. e. m. attiva corrispondente alla intensità di corrente costante a minore resistenza. L'equilibrio è ristabilito, quando appunto la bobina secondaria è percorsa dalla corrente costante attraversante ogni lampada, circa 7,5 ampère. Un aumento di resistenza ha l'effetto invece di avvicinare le due spirali e coll'aumento della f. e. m. indotta ristabilire la intensità di corrente

Digitized by Google

normale. Il valore di questa intensità di corrente è determinato dal peso del contrappeso che si può regolare per ogni determinata intensità.

Il regolatore è assai sensibile, e mantiene costante la corrente nei limiti di $^1/_{10}$ di ampère nel secondario, per ogni variazione del numero delle lampade; esso può essere a ventilazione naturale, ovvero a raffreddamento ad olio, nel qual caso è immerso in un recipiente, mentre le puleggie ed i contrappesi sono mobili all'esterno.

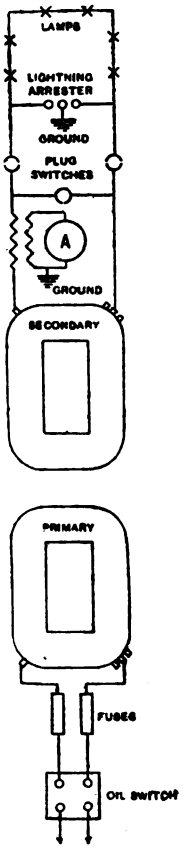


Fig. 88.
Schema ad un solo circuito seconuario.

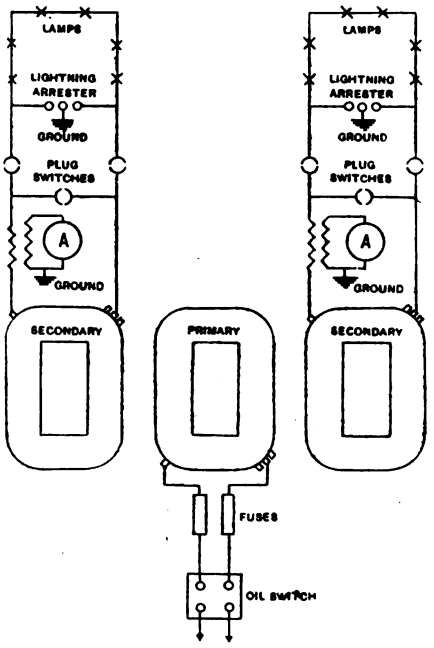


Fig. 89. — Schema a due circuiti secondari.

Per una capacità di 15 lampade è sufficiente un solo primario ed un solo secondario, ma per 100 e 150 lampade sono necessari due secondari indipendenti ed unico primario fisso; l'apparecchio è assolutamente analogo al precedente, aumentando solo di lunghezza il circuito magnetico per dare luogo allo spostamento delle due bobine. Questo sistema può essere a compensazione quando si connettono in parallelo i due secondari. Il regolatore a 200 lampade è formato da due primari in parallelo e due secondari indipendenti, su ciascuno dei quali si connettono in parallello due circuiti di cinquanta archi in serie. Si possono formare schemi speciali per circuiti compensati ed a più fasi (fig. 88, 89, 90, 91).

Digitized by Google

Sono notevoli pure i quadri di distribuzione ad alto potenziale per la manovra dei circuiti di archi di serie, di cui presentiamo alcuni disegni (fig. 92); l'interruttore sul primario è ordinariamente ad olio, ed è seguìto da valvole ad alta tensione, mentre sul secondario si hanno interruttori a spina per chiudere in corto circuito tutta la

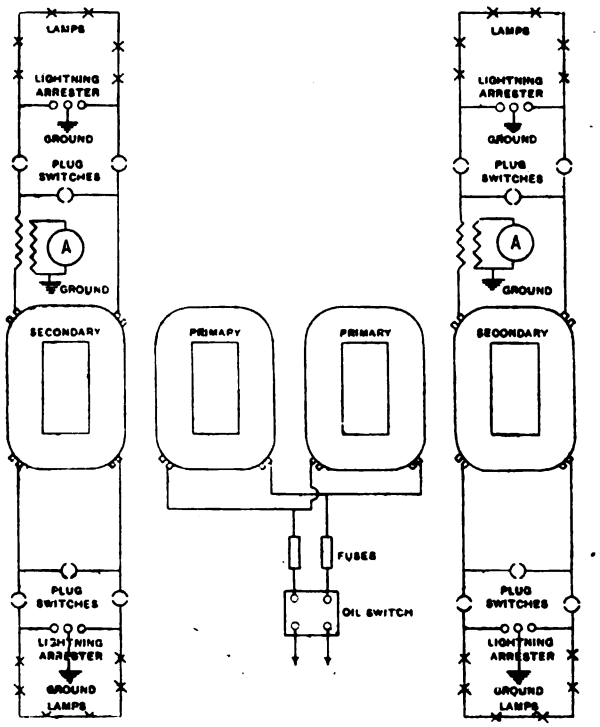


Fig. 90. — Schema a due primari e due secondari.

serie degli archi, ovvero per interromperla. L'amperometro è inserito con trasformatore, che lo isola dall'alta tensione, tra il secondario del regolatore e la spina di corto circuito.

La General Electric Co. costruisce un regolatore analogo a raffreddamento ad aria e ad olio a 60 e 125 cicli (fig. 93). Il regolatore a 75 e 100 lampade ha quattro bobine: due primarie e due secondarie, nel tipo ad olio i due primari sono fissi alla estremità superiore ed inferiore del nucleo centrale, e le due secondarie sono mobili lungo questo nucleo, mentre nel tipo ad aria le bobine secondarie sono fisse e le primarie mobili.

Il sistema di sospensione delle bobine mobili è formato da due bracci, l'uno sostenente con catena la bobina, l'altro il contrappeso,

Digitized by Google

quest'ultimo braccio per compensare le variazioni di forza ripulsiva tra primario e secondario, a seconda della loro mutua posizione, è così foggiato da regolare la distanza della verticale passante per il

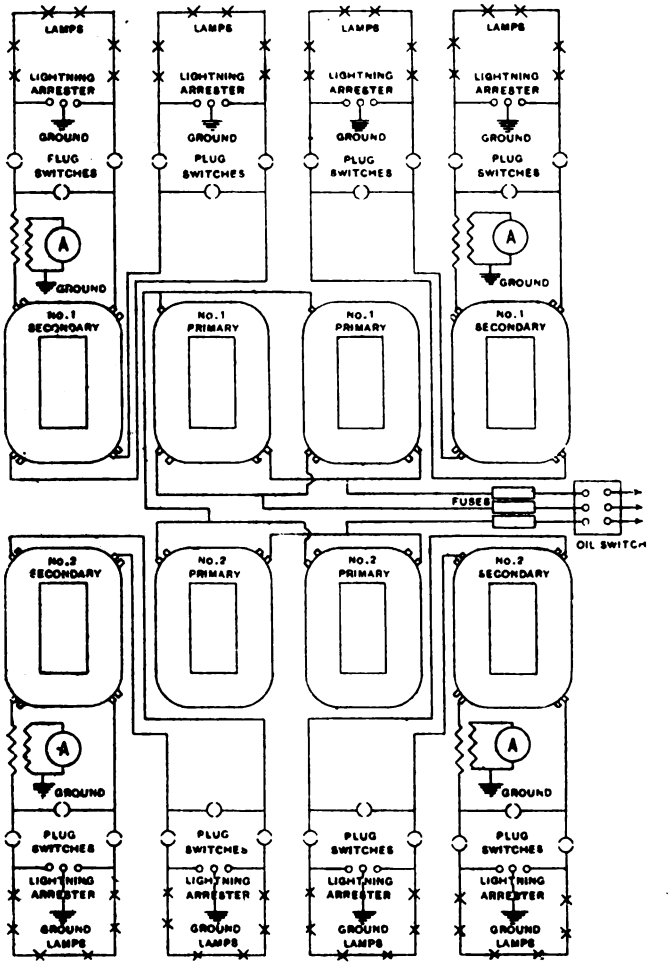


Fig. 91. — Schema triplice a più circuiti secondari.

perno dell'asse di rotazione della leva, in modo da esercitare un minore momento quando le bobine sono maggiormente staccate.

Ai due tipi considerati di regolatore è comune il difetto di condurre ad un fattore di potenza variabile e talora molto basso, quando allontanandosi le due spirali il disperdimento di flusso magnetico è grande, con difficile regolazione del circuito primario e cattivo rendimento. Inoltre, poichè la intensità della corrente circolante nel

Digitized by Google

primario rimane pressochè costante col variare del carico del secondario, ne risulta che le perdite di energia nel rame del trasformatore rimangono pressochè costanti, per quanto diminuisca il numero delle lampade inserite nel secondario con diminuzione di rendimento del sistema, col diminuire del carico; a corrente costante i fenomeni di reazione di armatura nella dinamo generatrice sono più sensibili quando il lavoro utilizzato è minore.

Le due Compagnie rimediano in parte a questa variazione di rendimento del sistema, formando il primario ed il secondario in

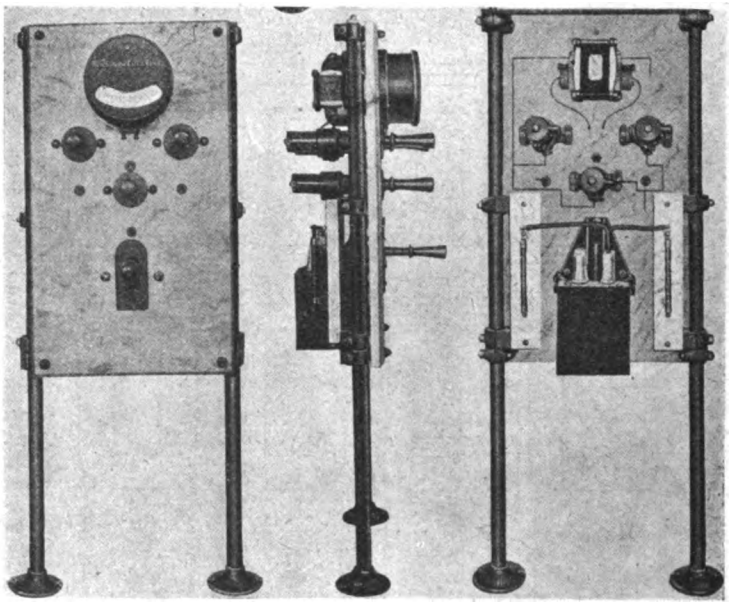


Fig. 92. — Quadro per la manovra dei circuiti in serie.

parecchie sezioni, che come è indicato dagli schemi (fig. 94 e 95) colle loro diverse combinazioni possono adattarsi a variazioni di carico, comprese tra il 100 per cento ed il 60 per cento; questa regolazione non è però automatica e dev'essere fatta tutte le volte che si cambia la potenzialità del sistema.

Il rendimento del regolatore è compreso tra il 96 e il 94.6 per cento a pieno carico, mentre il fattore di potenza pure in queste condizioni oscilla tra 0.76 e 0.78.

Questi regolatori possono essere collocati nella stessa stazione generatrice, ovvero nelle sottostazioni in vicinanza delle vie da illuminare; nessuna speciale cura, salvo che ottima ventilazione è da

Digitized by Google

osservare nella loro installazione, e la loro sorveglianza è pure assai semplice.

I trasformatori ad intensità di corrente costante possono adattarsi alle più varie condizioni di circuito, funzionare a 60, 125 e 133 cicli con semplici commutazioni di connessioni, e adattarsi ad ogni voltaggio nei limiti della pratica. Ordinariamente fino a 50 archi sono costruiti per una tensione al primario di 1100 o 2200, mentre per 75 e 100 archi hanno bobine per primario a tensione variabile, sia per 1000 che 2200 volt.

La regolazione della corrente in un circuito a corrente alternata può essere ottenuta mediante reattanze variabili inserite in serie in

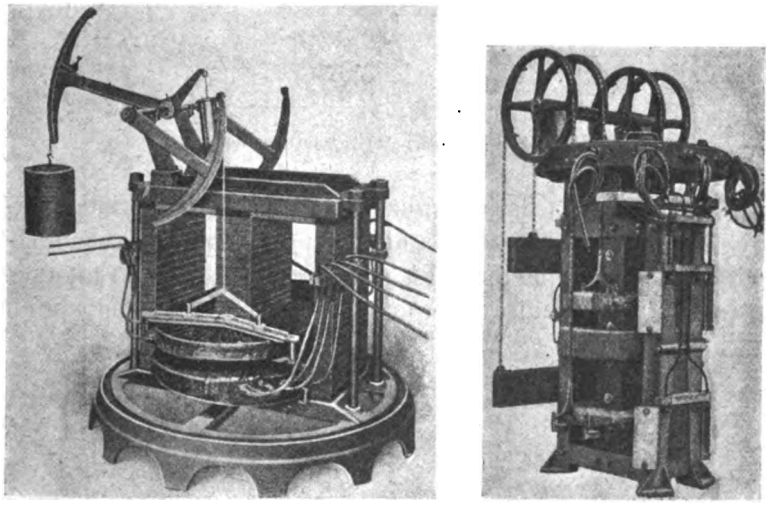


Fig. 93. — Regolatori della General Eletric Co.

questo circuito stesso. La Fort Vayne Electric Co. e la Western Electric Co., applicano questo principio per i regolatori dei circuiti di lampade ad arco in serie.

Il regolatore automatico della Fort Wayne consiste in un nucleo laminato di ferro a forma di E, e di una bobina di reattanza concentrica al braccio centrale del nucleo (fig. 96). Il nucleo e la bobina sono appese a leve, oscillanti su fulcri in modo da equilibrarsi reciprocamente senza uso di contrappesi, l'uno sollevandosi e l'altro abbassandosi in senso verticale. Il sistema di leve è però tale che la bobina ha il massimo spostamento, mentre il nucleo più pesante ha una breve corsa.

La bobina di reattanza è inserita in serie sul circuito delle lampade di cui deve regolare la corrente; quando per una diminuzione

Digitized by Google

di resistenza nel circuito interno la intensità di corrente aumenta, il solenoide aspira il nucleo di ferro ed introduce una maggiore permeabilità nel suo circuito magnetico, con maggiore impedenza nella

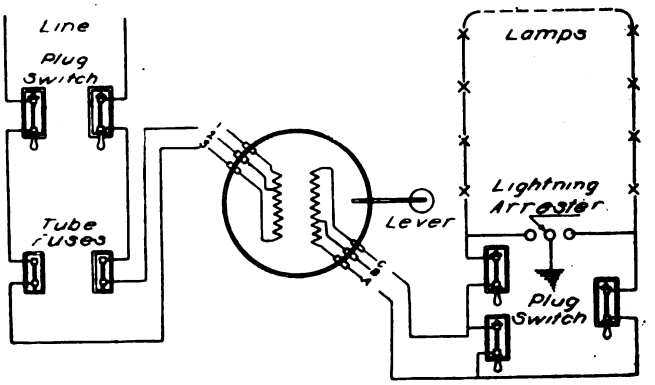


Fig. 94. — Schema del regolatore General.

linea, che compensa la diminuzione di resistenza, ristabilendo il valore primitivo della intensita di corrente. Il contrario succede per una diminuzione della intensità di corrente dovuta ad un aumento di resistenza nel circuito esterno. Il sistema è così bene equilibrato

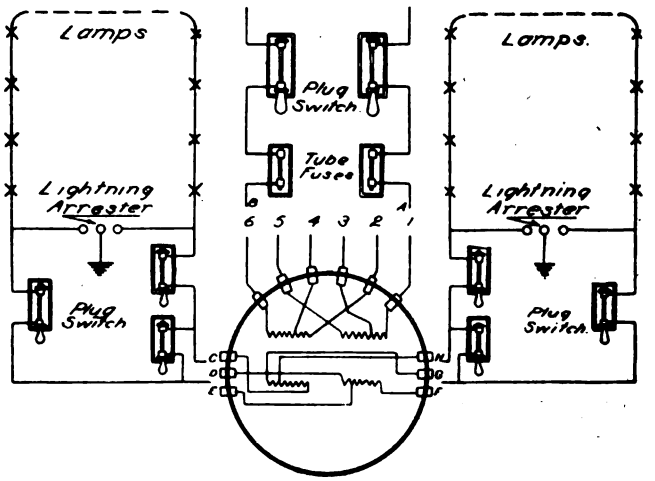


Fig. 95. — Schema del regolatore General a sezioni variabili.

e calcolato elettricamente e magneticamente che il passaggio graduale dal pieno carico al corto circuito avviene senza sensibile variazione della corrente di linea, ed un repentino corto circuito

Digitized by Google

mantiene questa variazione in limiti trascurabili, costituendo una protezione contro i corti circuiti. Questo regolatore per carichi mag-

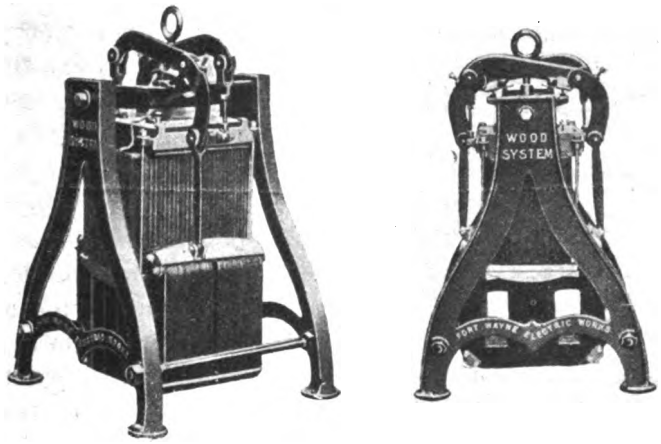


Fig. 96. — Regolatore della Fort Wayne Elec. Co.

giori di 25 archi è accompagnato da un trasformatore a sezioni che permette di aumentare e diminuire il carico dell'impianto, senza abbassarne di troppo il fattore di potenza ed il rendimento.

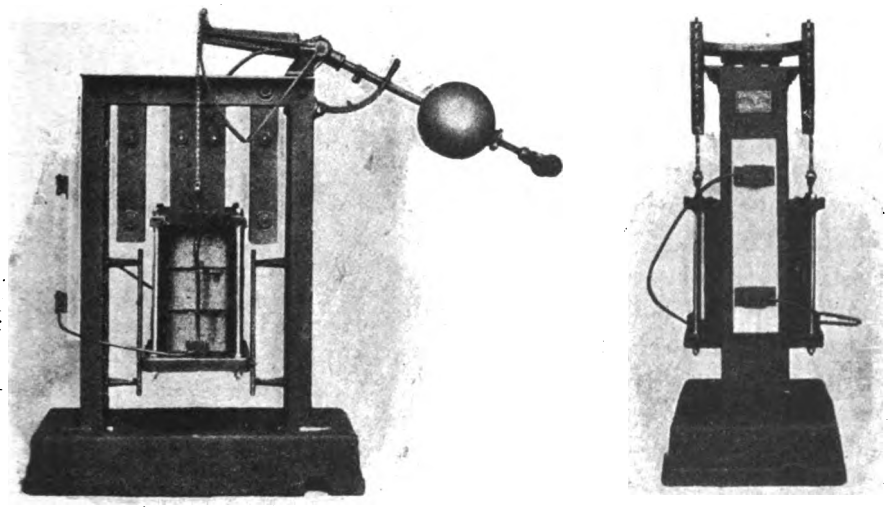


Fig. 97. — Regolatore Western Electric Co.

La Western Electric Co. forma pure il suo regolatore con un sistema a E di ferro laminato, ma lo fissa alla carcassa della macchina, mentre la bobina di reattanza è mobile ed è bilanciata da

Digitized by Google

un contrappeso con leve e catene (fig. 97). Il funzionamento del regolatore è identico a quello della Forte Wayne Co.

Questo regolatore ordinariamente funziona con trasformatore a potenziale costante alimentato al primario a 1100 o 2200 volt (vedi schema (fig. 98). Questo trasformatore (fig. 99), per le ragioni più volte addotte, è a secondario a sezioni variabili che vengono inserite coll'aumentare del carico. Ai due sistemi considerati è ancora comune l'inconveniente di variare il fattore di potenza dell'impianto, e di diminuirne il rendimento con impedenze, tuttavia queste cause influiscono in modo assai minore sul circuito primario, poichè esso è inserito su un trasformatore a potenziale costante di grande capacità, in confronto del regolatore di reattanza. La Western Electric Co. assicura nel suo bollettino un fattore di potenza costante dapieno a metà carico.

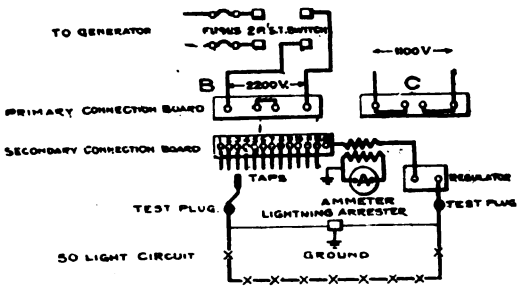


Fig. 98. — Schema del regolatore della Western Electric Co.

Un sistema di regolatore a corrente costante che ha come suo principale scopo di mantenere il fattore di potenza dell'impianto costante e di regolare le perdite nel trasformatore co carico, è quello brevettato dalla Wagner Electric Co.

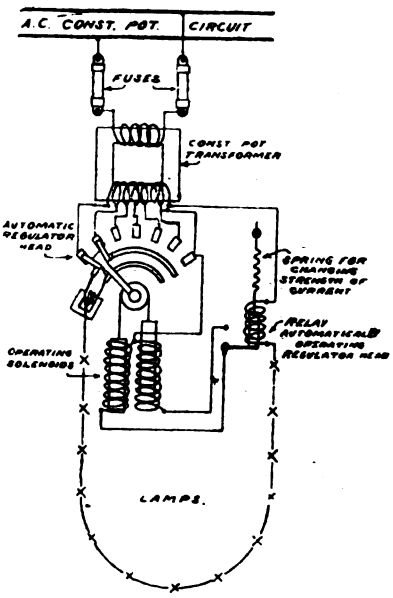


Fig. 99. — Regolatore Wagner.

Questo regolatore consiste in un trasformatore a potenziale costante, il cui avvolgimento è diviso in sezioni, ed in un dispositivo automatico che inserisce queste sezioni dell'avvolgimento col variare del carico, realizzando lo scopo di mantenere costante la corrente nel secondario, variandone la f. e. m. indotta col variare della resistenza. Poichè la corrente secondaria è costante, la energia assorbita dal primario è proporzionale alla f. e. m. indotta sul secondario.

Il fattore di potenza nel circuito primario è in un trasformatore

Digitized by Google

a potenziale costante pressochè uguale a quello del secondario, e per essere questo inserito su carico di luce ha valore elevato, 0.90. Le perdite nel rame del trasformatore sono pure proporzionate al carico, mantenendo il rendimento pressochè costante.

Il primario del trasformatore è inserito in derivazione nella linea ad alta tensione, mentre il secondario è formato da parecchie sezioni connesse in serie e coi loro capi uniti ai blocchetti isolati. Un manubrio a due contatti mette in corto circuito su questa spirale le varie sezioni prima di staccarle dal circuito esterno del secondario.

Dallo schema appare come colla manovra di questo manubrio si inseriscano e si stacchino le varie sezioni del secondario, e quindi come si posa indurre in questo una diversa f. e. m. La manovra di questo manubrio è fatta automaticamente mediante due elettromagneti, che con opportuni mezzi di trasmissione lo fanno rotare in un senso o nell'altro (fig. 99). Un relay automatico inserisce l'uno o l'altro dei magneti, mediante un piccolo elettromagnete in serie colla linea, che reagisce contro la tensione di una molla e s'innalza ed abbassa col variare della intensità della corrente nel secondario, stabilendo la connessione coll'uno o l'altro degli elettromagneti.

Il sistema è realizzato dalla ditta con apparecchi di costruzione complicata e costosi; tuttavia alcune grandi centrali d'illuminazione, come quella di Cincinnati nell'Ohio, hanno tutti i loro circuiti regolati da questo regolatore.

Prof. Moisè Ascoli, *Redattore-responsabile*

Roma - Tip. dell'Unione Cooperativa Editrice - Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti	(*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	. . . . .	» 20
»	»	III	»	. . . . .	» 10
»	»	IV	»	. . . . .	» 20
»	»	V	»	. . . . .	» 20
»	»	VI	»	(*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	. . . . .	» 20
»	»	VIII	»	. . . . .	» 20
Abbonamento	»	IX	»	. . . . .	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 » »	25	35	65	95	150
3/4 » »	30	45	80	115	180
1 » »	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

20 Att. Acc. 713.

Vol. IX. DICEMBRE 1905 Fasc. 6°

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

INDICE

N. 39. Sul calcolo delle soluzioni funzionali originate dai problemi di elettrodinamica — Ing. G. GIORGI (Roma) . . . . . *Pag.* 651

„ 40. Ricerche magnetiche e ottiche su alcuni colloidi magnetici — Dott. O. SCARPA (Firenze). (*Con una figura*) 700

„ 41. Scelta del materiale del nucleo magnetico di indotto per ordinarie macchine a corrente continua od alternata — Prof. E. MORELLI (Torino). (*Con 3 figure*) . . 749

„ 42. Sopra il comportamento di due linee trifasi funzionanti in parallelo — Ing. G. ANFOSSI (Genova). (*Con 9 figure*) 765

„ 43. La trazione elettromeccanica (Per la navigazione interna) — Prof. Ing. C. MONTÙ (Torino) 784

„ 44. Relazione della Commissione della Associazione Elettrotecnica Italiana incaricata dello studio sulla questione delle misure elettriche e dei misuratori dell'energia elettrica 786

NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

SEDE CENTRALE. — *A*) **Elezione della Presidenza generale dell'A. E. I.** - *B*) **Aggiunte allo Statuto** 77

SEZIONI. — **Verbali delle Sedute tenute nelle varie Sezioni** 80

Aggiunta all'elenco dei Soci 91

AVVERTENZA. ***I Soci che non avessero ricevuto il fascicolo precedente sono pregati di farne richiesta entro 15 giorni, in caso diverso non potranno ottenerlo che pagandone l'importo di L. 2***

PROPRIETÀ LETTERARIA

ROMA

TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE

Via Federico Cesi, 45

1905

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente Onorario

PROF. SEN. ANTONIO PACINOTTI.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Ing. G. Batta Cucchetti - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Gustavo Rizzoli; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Salvatore Marieni - Ing. Angelo Silva.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Giuseppe Carazzolo; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini-Rossi - Ing. Ugo Valduga - Sen. prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Prof. Moisè Ascoli - Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

VOL. IX. DICEMBRE 1905 Fasc. 6°

ATTI
DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
SEDE CENTRALE — ROMA

N. 39.

SUL CALCOLO DELLE SOLUZIONI FUNZIONALI
ORIGINATE DAI PROBLEMI DI ELETTRODINAMICA

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. GIOVANNI GIORGI** *alla Sezione di Roma nella Seduta del 28 giugno 1905.*

INDICE DEL CONTENUTO.

PARTE PRIMA - PRELIMINARI. — 1. Introduzione - 2. Principî generali - 3. Formole e metodi elementari.

PARTE SECONDA - RISOLUZIONE DEL PRIMO PROBLEMA DI VALUTAZIONE. — 4. Metodo di risoluzione - 5. Discussione della funzione $G(t)$ - 6. Segue discussione della funzione $G(t)$.

PARTE TERZA - RISOLUZIONE DEL SECONDO PROBLEMA DI VALUTAZIONE. — 7. Assegnazione della valutazione fondamentale - 8. Discussione della funzione $G(t)$ fondamentale - 9. Le funzioni $j(n, t)$ - 10. Espressione e sviluppo della funzione generatrice.

PARTE QUARTA - RISOLUZIONE DEL TERZO PROBLEMA DI VALUTAZIONE. — 11. Teoria generale - 12. Calcolo della funzione caratteristica.

PARTE QUINTA - RIASSUNTO DELLE CONCLUSIONI.

PARTE I. — PRELIMINARI.

§ 1. — Introduzione.

1. — Le ricerche più difficili dell'elettrodinamica, quelle sulle correnti variabili, conducono allo studio di operatori funzionali, quali $\frac{d^{\frac{1}{2}}}{dt^{\frac{1}{2}}}$, $\left(A+B\frac{d}{dt}\right)^{s}$, etc., e in generale operatori della forma $f\left(\frac{d}{dt}\right)$, cioè simboli contenenti il simbolo di derivazione rispetto al tempo, $\frac{d}{dt}$, assoggettato a operazioni di calcolo come se fosse una quantità ordinaria. È noto come del calcolo simbolico fondato sull'uso dei detti operatori sono state fatte applicazioni rimarchevoli in fisica

Digitized by Google

matematica; e mi basterà ricordare i lavori di Lord Rayleigh, Perry, Silberstein, Garbasso, e soprattutto quelli di Heaviside. In una mia precedente memoria (1) mi sono valso del metodo stesso per dare i fondamenti di una teoria matematica delle correnti variabili in generale; ho dimostrato come in tutti i sistemi elettrodinamici normali (cioè, in pratica, in tutti quelli non soggetti a isteresi), i problemi sulle correnti variabili si riducono tutti a quelli sulle correnti costanti mediante la considerazione delle così dette *resistenze funzionali* e *conduttanze funzionali* ivi definite; le soluzioni risultano allora espresse linearmente per mezzo di termini della forma:

$$f\left(\frac{d}{dt}\right)V(t) \qquad [1]$$

dove $V(t)$ è una funzione data del tempo e il simbolo $f\left(\frac{d}{dt}\right)$, dato per mezzo della sua struttura formale, rappresenta un simbolo di trasformazione funzionale (2) che opera sulla $V(t)$.

Si presenta quindi in tutta la sua generalità il problema di *valutare* o interpetrare queste soluzioni, cioè attribuire alle dette espressioni simboliche un significato opportuno. E deve tenersi presente che $V(t)$ può aver forma qualunque; anzi nelle applicazioni pratiche più importanti (segnalazioni telegrafiche) si presenta come funzione non analitica, e discontinua. Di questo problema si conoscono, per molti casi particolari, soluzioni singole, che sono state ottenute da vari autori, con ingegnosi artifici, quasi sempre fondati sugli sviluppi in serie. Ma il metodo degli sviluppi in serie non è atto a dare una teoria generale, applicabile nel campo non analitico. Da Heaviside è stata già messa in vivo rilievo questa mancanza, facendo risaltare l'interesse che avrebbe la ricerca di un metodo applicabile in generale.

---

(1) *Il metodo simbolico nello studio delle correnti variabili*, *Atti dell'A. E. I.*, vol. VIII (1904), pp. 65-141.

(2) Per esempio, indicando con $V(t)$ un voltaggio variabile applicato all'origine di un cavo telegrafico indefinito e con capacità distribuita, l'amperaggio che entra nel cavo può essere, in determinate condizioni, espresso con la formula $I(t) = g \frac{d^{\frac{1}{2}}}{dt^{\frac{1}{2}}} V(t)$, dove g è un coefficiente costante (cfr. anche HEAVISIDE, *Electromagnetic Theory*, vol. II). Qui come caso particolare del simbolo $f\left(\frac{d}{dt}\right)$ si ha il simbolo di derivazione a indice $\frac{1}{2}$.

Digitized by Google

2. — Siffatta ricerca ho intrapreso già nell'ultima parte della citata memoria. La riprendo e la proseguo qui, perchè intendo applicare il metodo simbolico funzionale in uno studio sulla propagazione elettrica delle linee, il quale farà oggetto di una comunicazione successiva alla presente. Qui espongo a parte, e come posso integralmente, la teoria dei simboli operativi $f\left(\frac{d}{dt}\right)$ sotto il punto di vista che interessa la fisica matematica, e con tutti i risultati che ho potuto ottenere fino ad ora. Questi risultati confermano le induzioni fatte nella prima ricerca, cioè: la possibilità di risolvere il problema di valutazione facendo lo studio della f nel campo complesso, anzichè nel campo reale; la dipendenza diretta delle proprietà dell'operatore $f\left(\frac{d}{dt}\right)$ dalla distribuzione dei punti singolari della funzione f, nel detto campo complesso; la possibilità dello studio e della calcolazione numerica e grafica delle soluzioni della forma [1], in base alla struttura formale dei simboli che le rappresentano.

I risultati medesimi possono avere anche ovvie applicazioni alla analisi pura, per esempio servire come base per qualche possibile teoria delle funzioni non analitiche; ma questi sviluppi non rientrano nel quadro del presente lavoro.

§ 2. — Notazioni e principi generali.

3. — In tutto quanto segue considero simboli della forma

$$\Theta = f(\Delta) \qquad [2]$$

contenenti il simbolo $\Delta = \frac{d}{dt}$ sotto il vincolo di un qualunque segno di funzione analitica f, formata con parametri tutti costanti rispetto al tempo t, ma non soggetta ad alcun'altra restrizione. Indico con $V = V(t)$ una qualunque funzione fisica (generalmente non analitica) che suppongo arbitrariamente data in tutto l'intervallo $-\infty < t < +\infty$. Considerando questa $V(t)$ come operando, e il simbolo $\Theta = f(\Delta)$ come un operatore, indico con

$$W(t) = \Theta\, V(t) \qquad [3]$$

la nuova funzione che si ottiene come risultato dell'operazione, quando al simbolo operativo di cui si tratta sia stato attribuito un significato determinato. *Valutare* l'operatore significa precisare in-

Digitized by Google

modo opportuno questo significato, e quindi esprimere esplicitamente la relazione funzionale fra le due $W(t)$ e $V(t)$, facendola dipendere dalla forma della $f(\Delta)$. Col dire « forma della $f(\Delta)$ » intendo dire la forma della funzione che sarebbe rappresentata da questa espressione, qualora Δ, anzichè un simbolo operativo, rappresentasse una variabile complessa; e in questo senso parlerò di « valori della Δ », intendendo parlare di valori numerici sostituiti al posto del simbolo Δ medesimo.

Mi riferisco in tutto alle notazioni usate nella memoria *Il metodo simbolico,* etc. In particolare ricordo la nozione di *funzione impulsiva unitaria,* ivi introdotta, e rappresentata dalla notazione $Fu(t)$; questa è una funzione nulla per ogni valore positivo o negativo della variabile t, eccetto un intorno infinitesimo del valore $t = 0$, nel quale intorno la funzione diviene infinitamente grande con legge tale che il suo integrale $\int_{-\infty}^{+\infty} Fu(t)\,dt$ è eguale all'unità. Derivando questa, si hanno le *funzioni impulsive di ordine superiore,* la cui definizione e rappresentazione è ovvia. Userò il vocabolo di funzione in un senso generalizzato, in modo da comprendere anche queste ed altre simili funzioni *improprie,* cioè aventi senso solamente come espressioni limiti, o come simboli formali. Di tal natura sono, per esempio, le derivate di quelle funzioni che non sarebbero derivabili nel senso ordinario (funzioni localmente discontinue, etc.). Questa generalizzazione sarà occasionalmente più oltre precisata ancora meglio; e di essa dovrò fare continua applicazione.

4. — Premesso ciò, ricordo come nei casi incontrati nella citata memoria, i simboli $f(\Delta)$ erano atti a definire operazioni funzionali distributive di tal natura che consentivano di assoggettare il segno Δ alle stesse regole di calcolo come se appunto fosse stato una quantità ordinaria. Ammettiamo che ciò sia in generale, e vediamo se questa ipotesi può essere verificata. Cioè, data una $f(\Delta)$ qualunque, proponiamoci di determinare, se possibile, un'operazione funzionale che goda delle dette proprietà formali e che per $f(\Delta) = \Delta$ si identifichi con l'operazione di derivazione $\Delta = \frac{d}{dt}$. Diremo allora di avere interpetrato l'operatore (1).

(1) Il problema può essere anche formulato come la ricerca di una particolare categoria di operazioni trasformatrici della derivazione. Per la teoria delle trasformatrici applicate al campo funzionale analitico, v. PINCHERLE e AMALDI, *Le operazioni distributive* (Bologna, 1901, cap. XIII). Nel campo fisico, o non analitico, la ricerca si propone da un punto di vista diverso.

Digitized by Google

Considerando il problema reciproco, ho a suo tempo dimostrato (1) che la condizione necessaria e sufficiente affinchè un'operazione distributiva relativa alla variabile t possa essere rappresentata da un simbolo $\Theta = f\left(\frac{d}{dt}\right)$ assoggettabile alle regole del calcolo algebrico ordinario è che l'operazione stessa sia « indipendente » da t (2). Ciò equivale alla condizione che il risultato dell'operazione stessa sulla funzione impulsiva unitaria $Fu(t)$ sia una funzione (propria o impropria) la cui forma non dipenda dalla scelta dell'origine dei tempi. Indicherò sempre con $G(t)$ questa che si può chiamare *funzione generatrice* o *funzione determinante* dell'operazione Θ. Dico *normali* le operazioni che soddisfano alla detta condizione; di modo che il problema proposto si enuncia come quello di associare, a un simbolo $f(\Delta)$ a coefficienti costanti, il significato di un'operazione normale.

Se l'operazione Θ è normale, si ha

$$\Theta\, Fu(t - t_0) = G(t - t_0) \qquad [4]$$

qualunque sia t_0.

Ora per definizione stessa del simbolo $Fu(t)$ una qualunque funzione $V(t)$ di variabile reale può essere rappresentata per mezzo della seguente identità formale

$$V(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} Fu(t - \tau)\, V(\tau)\, d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} Fu(\theta)\, V(t - \theta)\, d\theta \qquad [5]$$

Di qui, applicando la legge distributiva, cioè operando col simbolo Θ sotto il segno integrale, segue che il risultato dell'operazione Θ sulla $V(t)$ viene così espresso:

$$W(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(t - \tau)\, V(\tau)\, d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta)\, V(t - \theta)\, d\theta \qquad [6]$$

Lo studio di una qualunque operazione normale si riduce dunque a quello della rispettiva funzione generatrice. L'equazione scritta è fondamentale per tutto il nostro studio; essa è formale, nel senso

(1) V. *Metodo simbolico*, etc., I, 12.

(2) Cioè non contenga t esplicitamente. Tale è l'operazione $(a + b\Delta + c\Delta^2 + \ldots)$ allorquando i coefficienti a, b, c... sono costanti rispetto a t. Gli operatori a coefficienti non costanti non sono commutativi; sono a coefficienti costanti tutti quelli che si presentano ordinariamente nelle ricerche pratiche di elettrodinamica.

Digitized by Google

che la G può essere funzione impropria, cioè può contenere elementi impulsivi, i quali danno origine a termini finiti che si possono portar fuori del segno integrale; esempio, il semplice caso $\Theta =$ un moltiplicatore numerico.

5. — Passiamo ora a rilevare un caso di valutazione che si ottiene per via diretta e in modo univoco. Esso è il caso $f(\Delta) = e^{h\Delta}$, con h costante numerica qualunque. È nota infatti la formola

$$e^{h\Delta} V(t) = V(t+h) \qquad [7]$$

attribuita a Lagrange, e citata spesso col nome di sviluppo di Taylor simbolico. Questa formola, nel campo analitico, viene dedotta sostituendo al simbolo $e^{h\Delta}$ il suo sviluppo $\sum_0^\infty \frac{h^n}{n!} \Delta^n$, applicando il quale si ottiene appunto lo sviluppo tayloriano di $V(t+h)$. Ma, senza restare nel campo analitico, si può dimostrare che qualunque sia $V(t)$, la [7] è conseguenza necessaria delle condizioni poste per interpetrare un simbolo $f(\Delta)$ in generale. Invero, ponendo

$$X = e^{h\Delta} V(t)$$

e applicando le regole del calcolo ordinario, e tenendo insieme presente che $\Delta = \frac{\partial}{\partial t}$, risulta

$$\frac{\partial X}{\partial h} = \frac{\partial X}{\partial t}$$

e risulta insieme anche $X = V(t)$ quando $h = 0$. Queste due condizioni congiunte conducono alla [7]; e non è a ciò necessario che la V sia sviluppabile in serie di Taylor. Anche al caso di V discontinua si applica la stessa conclusione, trattandolo come caso limite.

Segue che la condizione espressa da $\Delta = \frac{\partial}{\partial t}$ può sostituirsi con la [7]; così espressa, conserva un senso anche quando la $V(t)$ non è derivabile.

6. — Premesso questo, si ha

$$V(t-\theta) = e^{-\theta\Delta} V(t)$$

e quindi la [6] può essere scritta sotto la forma

$$f(\Delta) V(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta) e^{-\theta\Delta} V(t)\, d\theta$$

Digitized by Google

la quale deve valere qualunque sia $V(t)$; quindi

$$f(\Delta) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta)\, e^{-\theta\Delta}\, d\theta \qquad [8]$$

È questa una relazione funzionale che lega insieme le due funzioni f e G fra loro, cioè un operatore normale qualunque con la rispettiva funzione generatrice; si deve qui intendere che la relazione è la stessa quale sarebbe espressa dalla [8] qualora Δ rappresentasse una variabile complessa; e che essa è formale, nel senso che G può non essere funzione propria (1).

7. — Dalla relazione ottenuta segue che a una data G non possono corrispondere due $f(\Delta)$ diverse; quindi due simboli $f(\Delta)$ non possono rappresentare la stessa operazione se non quando denotano la stessa funzione, o due elementi di una stessa funzione di variabile complessa (2).

Segue pure che il quesito proposto di determinare G quando è data f equivale a quello dell'inversione d'un integrale definito, a coefficiente esponenziale. Questo problema può avere una o più soluzioni; di qui l'importante distinzione fra *operatori univoci* e *non univoci* o *singolari*.

Sono univoci tutti gli operatori rappresentati da funzioni $f(\Delta)$ analitiche intere, cioè prive di punti singolari al finito; così Δ, $e^{h\Delta}$, $\cos\Delta$, $\cos\sqrt{\Delta}$, etc. Sono operatori non univoci tutti gli altri; così Δ^{-1}, $\frac{1}{\Delta-\rho}$, $\sqrt{\Delta}$, $\log\Delta$, etc.; questi, come dimostremo più oltre, rappresentano operazioni definite solo a meno di una o più o infinite costanti arbitrarie. La distinzione ha un significato fisico, e si ricollega con un'applicazione del primo principio della termodinamica (3).

Quando $f(\Delta)$ non è univoca, il risultato della sua applicazione è definito solo a mezzo di costanti o funzioni arbitrarie; in altre parole esistono infinite G, le quali, sostituite nello sviluppo

$$W(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta)\, V(t-\theta)\, d\theta$$

(1) La formola data nel *Metodo simbolico*, etc. IV, 80 è un caso particolare, e vale per gli operatori che soddisfano alla condizione di successione.

(2) V. un'applicazione che ho fatto alla telegrafia (*Atti dell'A. E. I.*, 1905, pag. 243). Su ciò che s'intende per *identità* di una funzione v. WHITEHEAD, *Modern Analysis* (Cambridge, 1902), pag. 59.

(3) Cfr. *Metodo simbolico*, etc., II, 22.

Digitized by Google

forniscono altrettante valutazioni distinte della $W'(t)$. La molteplicità di queste valutazioni è causa di una delle difficoltà principali del calcolo simbolico. In conseguenza di ciò, il problema della valutazione si scinde nel caso più generale nei tre seguenti: 1° ricerca di una *valutazione particolare* qualunque, non precisata; 2° ricerca di una valutazione determinata in base a particolari condizioni assegnate, e queste essendo scelte una volte per sempre uniformemente per tutti gli operatori, si avrà quella che chiameremo *valutazione fondamentale;* 3° *ricerca della valutazione generale,* cioè di una formola contenente tutte le costanti o funzioni arbitrarie atte a dare, mediante conveniente specializzazione, tutte le valutazioni articolari possibili (1). Questi tre problemi, nelle parti seconda, terza e quarta del presente lavoro, saranno trattati e risoluti separatamente.

§ 3. — Metodi di sviluppo e di trasformazione.

8. — Do qui un riassunto di formole e di metodi generali, per la maggior parte già conosciuti, che permettono di ridurre la valutazione di un operatore a quella di altri eventualmente più semplici. Essi valgono, tanto per la valutazione generale quanto per quella che definirò poi come fondamentale, salvo osservazione contraria. Non valgono senza eccezione per determinate valutazioni particolari qualunque. Sono tutti fondati sul principio di applicare agli operatori $f(\Delta)$ le stesse regole di calcolo che si applicherebbero se Δ fosse una costante numerica.

9. — SVILUPPO DELL'OPERATORE IN PRODOTTO. - Quando sia

$$\Theta = \Theta_1 \Theta_2 ,$$

dalla legge associativa risulta

$$\Theta V = [\Theta_1 \Theta_2] V = \Theta_1 [\Theta_2 V] \qquad [9]$$

e l'ordine dei fattori può essere anche invertito.

(1) Per esempio, considerato il caso $f(\Delta) = \frac{1}{\Delta}$, simbolo che rappresenta l'operazione inversa alla derivazione, cioè l'integrazione, una valutazione particolare di $\frac{1}{\Delta} V(t)$ è $\int_{t_0}^{t} V(t)\,dt$; come valutazione fondamentale per la fisica conviene assumere $\int_{-\infty}^{t} V(t)\,dt$; la valutazione generale si può mettere sotto la forma $\int_{-\infty}^{t} V(t)\,dt + C$.

Digitized by Google

Per esempio si ha

$$\frac{\Delta - 1}{\Delta + 1} V(t) = \left[\frac{1}{\Delta + 1}\right][\Delta - 1]V(t) = \frac{1}{\Delta + 1}[V'(t) - V(t)]$$

Più in generale, se

$$\Theta = \Theta_1 \Theta_2 \dots \Theta_n,$$

l'operazione Θ è equivalente all'applicazione successiva delle Θ_1, $\Theta_2, \dots \Theta_n$, in un ordine qualunque. Come caso particolare, si ha la valutazione di Θ^n (con n intero positivo); e in questo caso rientra la formola elementare

$$\Delta^n V = \frac{d^n V}{dt^n}$$

che serve per definizione di Δ^n.

La regola si estende al caso di un prodotto infinito. Cioè posto

$$\Theta = \prod_{n=1}^{n=\infty} \Theta_n,$$

si può operare per fattori; ma in questo caso la convergenza e la validità del risultato devono essere verificate a parte.

10. — SVILUPPO IN SOMMA O IN SERIE. - Quando si abbia

$$\Theta = \sum_n \Theta_n,$$

vale la formola

$$\Theta V = \left(\sum_n \Theta_n\right) V = \sum_n \left(\Theta_n V\right). \qquad [10]$$

Per esempio, l'operatore $\frac{\Delta - 1}{\Delta + 1}$ si può anche sviluppare come segue

$$\frac{\Delta - 1}{\Delta + 1} V(t) = \left(1 - \frac{2}{\Delta + 1}\right) V(t) = V(t) - \frac{2}{\Delta + 1} V(t)$$

e questa espressione è equivalente a quella ottenuta mediante la decomposizione in fattori.

Singolarmente importante è il caso $n = \infty$, cioè lo sviluppo in serie, e in particolare lo sviluppo in serie di potenze, sia rispetto a

Digitized by Google

un parametro qualunque contenuto in $f(\Delta)$, sia rispetto a Δ stesso. In quest'ultimo caso si scrive

$$f(\Delta) = \sum_n a_n \Delta^n$$

e l'indice n può procedere per valori positivi e negativi, eventualmente anche frazionari. Operando con uno sviluppo siffatto, termine a termine, cioè ponendo

$$f(\Delta) V(t) = \sum_n a_n \frac{d^n V(t)}{dt^n}$$

risulta una valutazione che è valida nel campo di $V(t)$ analitica (1) (applicando, se occorre, il metodo del prolungamento), ma che nel campo non analitico si può adoperare solo a titolo di tentativo, anzi in generale è manifestamente non valida.

È ovvio prevedere, p. es., che quando lo sviluppo è fatto secondo potenze intere positive, la formola ora scritta non si può applicare nel campo non analitico, perchè dà un risultato in cui intervengono solo i valori assunti da $V(t)$ in un intorno infinitesimo dell'istante t considerato; e se poi la $V(t)$ non è indefinitamente derivabile, la formola non ha senso alcuno. Le stesse obbiezioni non si muovono contro gli sviluppi per potenze negative; questi però conducono a serie d'integrali che non sono convenienti pel calcolo; e sempre resta da verificare di volta in volta la validità del risultato, il che può essere quesito non facile. Heaviside ha mostrato in pratica quale miniera di formole è il metodo degli sviluppi in serie simboliche; e ha mostrato anche le contraddizioni continue e quasi inesplicabili a cui dà luogo la sua applicazione.

Ritornerò su questo argomento nei paragrafi successivi, per investigarlo, se possibile, a fondo.

11. — SVILUPPO IN INTEGRALE DEFINITO. - Quanto vale per gli sviluppi in serie si applica anche agli sviluppi in integrale definito, della forma

$$f(\Delta) = \int A(z) \varphi(z, \Delta) dz$$

ove l'integrale può essere esteso a una qualunque data linea del piano complesso z, e in particolare all'asse reale. Esempio, lo sviluppo espresso dalla formola [8]. Nel caso generale, l'applicazione è

(1) Per queste applicazioni nel campo analitico v. PINCHERLE e AMALDI, op. cit, e in particolare il cap. VI.

Digitized by Google

subordinata alla discussione della convergenza e verifica della validità del risultato. Valgono quindi osservazioni analoghe a quelle fatte per gli sviluppi in serie.

12. — TRASFORMAZIONE PER TRASPOSIZIONE. - Siano u, v, w, ... altrettante funzioni di t. Allora, operando su una qualunque $\Phi(u, v, w \ldots)$ si ha

$$f(\Delta) \equiv f\left(\frac{\partial}{\partial t}\right) = f\left(\frac{du}{dt}\frac{\partial}{\partial u} + \frac{dv}{dt}\frac{\partial}{\partial v} + \frac{dw}{dt}\frac{\partial}{\partial w} + \ldots\right)$$

Questa formola contiene come caso particolare quelle che danno le derivate di un prodotto, quelle per l'integrazione per parti, etc. In essa suppongasi $u = t$, $v = t$, $w = t, \ldots$; si ottiene

$$f(\Delta) = f\left(\frac{\partial}{\partial u} + \frac{\partial}{\partial v} + \frac{\partial}{\partial w} + \ldots\right)$$

Si applichi alla funzione $\Phi = e^{\rho t} F(t)$, dove ρ è una costante numerica. Considerando il primo t come u, il secondo come v, si avrà $\Phi = e^{\rho u} F(v)$, donde

$$f(\Delta) \cdot e^{\rho t} F(t) = f\left(\frac{\partial}{\partial u} + \frac{\partial}{\partial v}\right) e^{\rho u} F(v)$$

e in virtù della nota relazione $f\left(\frac{\partial}{\partial x}\right) e^{hx} = f(h) e^{hx}$, questo risultato si sviluppa in:

$$f(\Delta) \cdot e^{\rho t} F(t) = f\left(\rho + \frac{\partial}{\partial v}\right) e^{\rho u} F(v)$$

$$= e^{\rho u} f\left(\rho + \frac{\partial}{\partial v}\right) F(v)$$

e tornando a scrivere di nuovo t in luogo di u e v, risulta

$$f(\Delta) \cdot e^{\rho t} F(t) = e^{\rho t} f\left(\rho + \frac{\partial}{\partial t}\right) F(t)$$

donde il teorema:

$$f(\Delta + \rho) F(t) = e^{-\rho t} f(\Delta) \cdot e^{\rho t} F(t) \qquad [11]$$

ovvero, compendiosamente

$$f(\Delta + \rho) = e^{-\rho t} f(\Delta) \cdot e^{\rho t}, \qquad [12]$$

Digitized by Google

cioè, in un operatore qualunque, si può cambiare $(\Delta + \rho)$ in Δ, pur di far precedere $e^{-\rho t}$ e far seguire $e^{+\rho t}$. Citerò questo sotto il nome di *teorema di trasposizione*. La dimostrazione che ho dato si deve a BOOLE.

Si può esprimere lo stesso teorema come una relazione tra funzioni generatrici. Nella [12], posto $F(t) = Fu(t)$, e osservando che $e^{\rho t} Fu(t) = Fu(t)$, segue che

$$f(\Delta + \rho) Fu(t) = e^{-\rho t} f(\Delta) Fu(t) \qquad [13]$$

Cioè la $G(t)$ dell'operatore $f(\Delta + \rho)$ si ottiene moltiplicando per $e^{-\rho t}$ quella dell'operatore $f(\Delta)$.

13. — ALTRE TRASFORMAZIONI PER SOSTITUZIONE. - Pongasi $t' = \frac{t}{a}$, e quindi $\Delta' = \frac{\partial}{\partial t'} = a\Delta$. Si avrà

$$f(a\Delta) F'(t) = f(\Delta') F(at')$$

Di qui, passando alle funzioni generatrici e osservando che

$$Fu(at') = \frac{1}{a} Fu(t')$$

si ricava

$$f(a\Delta) Fu(t) + f(\Delta') \frac{1}{a} Fu(t') = \frac{1}{a} f(\Delta') Fu(t') \qquad [14]$$

Combinando questa formola con quella di trasposizione, si ha la regola per fare una sostituzione $(\Delta, a\Delta + b)$ con a, b costanti qualunque.

Si ha poi

$$f(\Delta) F(t + h) = f(\Delta) e^{h\Delta} F(t) \qquad [15]$$

e combinando anche questa con la sostituzione (t, at), la quale non differisce dalla $(a\Delta, \Delta)$, si ha la sostituzione $(t, at + b)$ in generale.

Si noti la reciprocità fra la [15] e le [11] e [13]; dessa è un caso particolare della legge di reciprocità da cui dipende l'inversione degli integrali definiti che legano le due funzioni f e G fra loro.

14. — DERIVAZIONE RISPETTO A UN PARAMETRO. - Quando Θ contenga un parametro x, cioè quando $\Theta = f(x, \Delta)$, vale la formola

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[f(x, \Delta) V(t) \right] = \left[\frac{\partial}{\partial x} f(x, \Delta) \right] V(t)$$

Digitized by Google

Per esempio, si ha

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[e^{x\Delta^2}V(t)\right] = \Delta^2 e^{x\Delta^2}V(t) = e^{x\Delta^2}V''(t)$$

Similmente, quando sia $V = F(x, t)$, si ha

$$f(\Delta)\frac{\partial}{\partial x}F(x,t) = \frac{\partial}{\partial x}\left[f(\Delta)\,F(x,\,t)\right]$$

15. — APPLICAZIONI A PARTICOLARI FUNZIONI. - La seguente formola, come è noto, dà una valutazione particolare di $f(\Delta)$ applicato a una funzione esponenziale:

$$f(\Delta)\,e^{xt} = f(x)\,e^{xt}$$

Con la regola della derivazione rispetto a un parametro, tenuto conto che $t^n e^{xt} = \frac{d^n}{dx^n}e^{xt}$, e che quindi $f(\Delta)\,t^n e^{xt} = \frac{d^n}{dx^n}f(\Delta)\,e^{xt}$, se ne ricava

$$f(\Delta)\,t^n e^{xt} = \frac{\partial^n}{\partial x^n}\left[f(x)\,e^{xt}\right]$$

donde quest'altro caso di valutazione particolare

$$f(\Delta)\,t^n = \frac{\partial^n}{\partial x^n}\left[f(x)\,e^{xt}\right]_{x=0}$$

$$= \left(\frac{\partial}{\partial x} + t\right)^n f(x)_{x=0} \qquad [16]$$

e più in generale

$$f(\Delta)\left[F(t)\,e^{xt}\right] = f(\Delta)\left[F\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)e^{xt}\right]$$

$$= F\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)\left[f(\Delta)\,e^{xt}\right]$$

$$= F\left(\frac{\partial}{\partial x}\right)\left[f(x)\,e^{xt}\right] \qquad [17]$$

ovvero anche

$$f(\Delta)\left[F(t)\,e^{xt}\right] = e^{xt}F\left(\frac{\partial}{\partial x} + t\right)f(x)$$

Digitized by Google

Qui, posto $x = 0$, si ricava ancora

$$f(\Delta)\, F(t) = F\left(\frac{\partial}{\partial x} + t\right) f(x)_{x=0}$$

E posto anche $t = 0$, si ricava

$$f\left(\frac{\partial}{\partial t}\right) F(t)_{t=0} = F\left(\frac{\partial}{\partial x}\right) f(x)_{x=0} \qquad [18]$$

Questa relazione reciproca è rimarchevole.

PARTE II.

RISOLUZIONE DEL PRIMO PROBLEMA DI VALUTAZIONE.

§ 4. — Metodo di risoluzione.

16. — Enunciato del problema: trovare, per un simbolo $f(\Delta)$ arbitrariamente dato, una valutazione particolare qualunque.

Ho già indicato due metodi reciproci che conducono al risultato. L'uno si fonda sul principio: sviluppare l'operando $V(t)$ in una somma di esponenziali $A_n e^{nt}$, e applicare termine a termine la relazione $f(\Delta)\, e^{nt} = f(n)\, e^{nt}$. L'altro è invece: sviluppare in esponenziali $C_n e^{n\Delta}$ l'operatore $f(\Delta)$, e quindi far uso della formola di Lagrange $e^{n\Delta} V(t) = V(t+n)$.

Per sviluppare in esponenziali la $V(t)$, vale l'integrale doppio di Fourier. Infatti la $V(t)$ è arbitrariamente data nell'intervallo $-\infty < t < +\infty$; quindi formalmente (cioè salvo la discussione della convergenza) è rappresentabile con la formola di Fourier; questa sotto forma di sviluppo esponenziale si scrive così

$$V(t) = \int_{-i\infty}^{+i\infty} A(\omega)\, e^{\omega t}\, d\omega \qquad \text{dove} \qquad A(\omega) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{V(\tau)}{e^{\omega\tau}}\, d\tau$$

Operando col simbolo $f(\Delta)$ sotto il segno integrale, risulta

$$f(\Delta)\, V(t) = \int_{-i\infty}^{+i\infty} A(\omega)\, f(\omega)\, e^{\omega t}\, d\omega$$

Digitized by Google

e sostituendo il valore di $A(\omega)$, la risoluzione formale del problema di valutazione resta data da

$$f(\Delta)V(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} f(\omega)\,\frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}}\,V(\tau)\,d(\tau) \qquad [19]$$

Il metodo reciproco conduce allo stesso risultato. Si sviluppi la successione dei valori assunti da $f(\Delta)$ sull'asse immaginario del piano Δ. La formola di Fourier dà lo sviluppo formale seguente (che procede per elementi reali, perchè il campo di applicazione è qui l'asse immaginario):

$$f(\Delta) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta)\,e^{-\theta\Delta}\,d\theta \qquad \text{dove} \qquad G(\theta) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} f(\omega)\,e^{\omega\theta}\,d\omega$$

Ho usato qui la notazione $G(\theta)$, perchè questa funzione coefficiente coincide con la generatrice dell'operazione $f(\Delta)$, già così denotata. Scrivendo quindi

$$f(\Delta)V(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta)\,V(t-\theta)\,d\theta$$

e sostituendo il valore di $G(\theta)$, si ha

$$f(\Delta)V(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} f(\omega)\,e^{\omega\theta}\,V(t-\theta)\,d\theta \qquad [20]$$

la quale coincide con la [19].

Si ha così il simbolo $f(\Delta)V(t)$ valutato sotto forma d'integrale doppio. Questo integrale, per la sua struttura, soddisfa a tutte le condizioni proposte per l'interpetrazione degli operatori $f(\Delta)$; quindi è valido formalmente, cioè è valido salvo la convergenza.

È evidente a priori che entro un certo campo funzionale, cioè entro un certo insieme di funzioni $f(\Delta)$ e $V(t)$, la convergenza avviene; ma vi sono casi, anche elementari, in cui l'integrale doppio riesce indeterminato. Per esempio, tutte le volte che la $W(t) = f(\Delta)V(t)$ non si annulla all'infinito, non può essere validamente rappresentata da uno sviluppo della forma [19]. Ci troviamo così arrestati

Digitized by Google

da una difficoltà, che è essenziale al metodo. Per risolverla, proponiamoci il quesito: determinare rigorosamente il campo di validità della [19], e al di fuori di questo campo trasformare l'espressione in modo da rimuovere i casi d'indeterminazione.

17. — Prendiamo come punto di partenza le condizioni di validità per lo sviluppo di una funzione $V(t)$ in integrale doppio di Fourier. Esse sono state precisate da Riemann (1) così: 1ª la $V(t)$ in ogni intervallo finito deve presentare solamente un numero finito di massimi e minimi; 2ª se la $V(t)$ in qualche punto diviene infinita, deve esserlo con legge tale da rimanere integrabile; 3ª il comportamento di $V(t)$ per $t = \pm\infty$ deve essere tale che l'integrale $\int_{-\infty}^{+\infty} V(t)\frac{dt}{t}$ risulti assolutamente convergente.

Consideriamo per ora, non tutte le funzioni che vi soddisfano, ma un campo che è ancora più ristretto. Sia $\bar{V}(t)$ una funzione che al difuori di un intervallo finito si annulla, e dentro quell'intervallo soddisfa alle condizioni di Dirichlet, cioè alle condizioni 1ª e 2ª di cui sopra. Questa funzione è certamente sviluppabile, e il coefficiente che figura nello sviluppo è dato da

$$A(\omega) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\bar{V}(t)}{e^{\omega t}}\,dt \qquad [21]$$

Mi propongo di considerare questo coefficiente come funzione della variabile ω, e investigare la natura di tale funzione. Nello sviluppo, $A(\omega)$ figura solo per valori immaginari puri della ω, quindi sappiamo solamente che per detti valori l'espressione [21] ha un senso ed è finita. Ma siccome la $V(t)$ si annulla al difuori di un intervallo finito, l'integrale ivi scritto è in realtà preso fra limiti finiti; allora, la sostituzione di un valore complesso o reale a un valore immaginario puro della ω, sostituzione che equivale all'aggiunta di un fattore e^{kt}, non fa perdere la convergenza dell'integrale medesimo; quindi si deduce che per qualunque valore finito di ω, l'espressione [21] conserva un senso e un valore finito. Nel tempo stesso è facile provare che detta espressione è derivabile rispetto ad ω, sotto

(1) V. Riemann Weber, *Die partiellen Differential-Gleichungen d. math. Physik* (1900), I, pag. 40.

Digitized by Google

il segno integrale, e che la derivata è finita, e da ciò segue che la funzione $A(\omega)$ soddisfa alle equazioni differenziali di Cauchy-Riemann, che definiscono le funzioni di variabile complessa. Quindi la $A(\omega)$ è funzione analitica della variabile complessa ω, ed è olomorfa per qualunque valore finito dell'argomento; ma non è una polinomiale, perchè una polinomiale non può ammettere uno sviluppo della forma [21]; dunque è una trascendente intera, e precisamente una trascendente che soddisfa alla condizione di essere integrabile lungo l'intero asse immaginario, fra i limiti $\omega = -i\infty$ e $\omega = +i\infty$, perchè altrimenti lo sviluppo di Fourier della $V(t)$ non risulterebbe convergente; e questa convergenza è anzi assoluta.

Ora, per la teoria di Cauchy sugli integrali complessi, un qualunque integrale di una trascendente intera, anche se preso tra limiti infiniti, quando sia convergente, non perde la convergenza e non viene alterato in valore tutte le volte che il percorso d'integrazione viene comunque deformato conservandone i limiti. Quindi risulta per qualunque funzione della forma $\overline{V}(t)$ un teorema che è una generalizzazione di quello di Fourier. Cioè non solamente è sempre valido lo sviluppo

$$V(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}}\,\overline{V}(\tau)\,d\tau \qquad [22$$

ma in esso, il cammino d'integrazione nel piano ω non è astretto a seguire l'asse immaginario, bensì può seguire fra $-i\infty$ e $+i\infty$ un percorso qualunque. Questo risultato per noi è fondamentale.

18. — Premesso ciò, si consideri una qualunque $f(\Delta)$ soggetta alla condizione che il suo modulo resti compreso fra limiti finiti quando Δ va all'infinito nelle direzioni $+i\infty$ e $-i\infty$. Si scriva l'integrale

$$\int_{-i\infty}^{+i\infty} f(\omega)\,A(\omega)\,e^{\omega t}\,d\omega$$

preso lungo un cammino qualunque che eviti i punti singolari al finito della $f(\omega)$. Esso differisce da quello che dà $V(t)$ solamente per l'aggiunta del fattore $f(\omega)$ sotto il segno integrale: ma questo fattore per le ipotesi fatte è funzione olomorfa e compresa tra limiti

Digitized by Google

finiti per tutto il percorso dell'integrazione; quindi l'aggiunta di esso non toglie la convergenza dell'integrale. Perciò se si scrive

$$f(\Delta)V(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} f(\omega)\frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\,d\tau$$

si ha al secondo membro un'espressione la quale entro tutto il campo funzionale considerato ha un senso ed è convergente, e soddisfa a tutte le condizioni richieste per essere considerata come valutazione del simbolo scritto a primo membro. In essa, l'arbitrarietà del primo cammino d'integrazione permette di ottenere valutazioni molteplici, le quali sono fra loro distinte sempre e solo quando $f(\Delta)$ possiede punti singolari al finito.

Passiamo ora a generalizzare il campo funzionale considerato.

19. — Considero una $V(t)$ che soddisfi solo alle condizioni di Dirichlet in ogni intervallo finito, ma abbia andamento qualunque per $t = \pm\infty$. Sia T una grandezza arbitraria, e sia $\overline{V}(t)$ una funzione che si identifichi con $V(t)$ nell'intervallo $-T<t<+T$, e si annulli al di fuori. Allora la $\overline{V}(t)$ è sviluppabile in integrale di Fourier e rientra nel caso precedentemente considerato. Il suo sviluppo si può scrivere così:

$$V(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\,d\tau$$

$$= \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\,d\tau$$

Facciamo ora tendere T verso ∞; per qualunque dato valore finito di t, il valore di $\overline{V}(t)$, e quindi anche quello dell'espressione scritta, si identifica col valore di $V(t)$ non appena T ha superato il valore t, e poi resta costante. E siccome il limite di una costante è una costante, risulta

$$V(t) = \lim_{T=\infty} \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\,d\tau \qquad [23]$$

Digitized by Google

Questa formola è una generalizzazione ulteriore di quella di Fourier, ed è valevole per qualunque funzione che soddisfi solo alle condizioni di Dirichlet in ogni intervallo finito; e il percorso d'integrazione nel piano ω è arbitrario.

Prendendo allora una qualunque $f(\Delta)$ analitica e che non divenga infinita per $\Delta = \pm i\infty$, scrivendo

$$f(\Delta)V(t) = \lim_{T=\infty} \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\, d\tau \qquad [24]$$

(con la sola avvertenza che il percorso d'integrazione non passi per le singolarità al finito della f, se ve ne sono) si ha sempre nel secondo membro un'espressione atta a fornire una valutazione particolare del simbolo a primo membro, e ciò per le stesse ragioni invocate nel caso precedente.

20. — Considero ora il caso più generale di tutti. La funzione di variabile reale $V(t)$ non sia più soggetta alle condizioni di Dirichlet, abbia qualunque numero di discontinuità e di singolarità, possa essere anche *funzione impropria;* sia però sempre soggetta alla restrizione di essere integrabile in ogni intervallo finito, e di coincidere con la derivata del proprio integrale (ciò esclude le così dette funzioni a integrale nullo di Lebesgue, quelle composte di valori isolati o di valori tutti slegati, le funzioni sempre discontinue, etc., e altre consimili, che in fisica non conviene considerare come funzioni; esclude anche alcune categorie di funzioni a integrale infinito, come $\frac{1}{t}$, alle quali sono applicabili altre ricerche e altri procedimenti). La funzione di variabile complessa $f(\Delta)$ sia soggetta solamente alla condizione di essere analitica, e avere un campo di esistenza esteso fra $-i\infty$ e $+i\infty$.

Si cerchi qual risultato darebbe in questo caso la formola [24]. L'integrazione rispetto ad ω s'intende sempre eseguita lungo un cammino compreso nel campo d'esistenza della $f(\omega)$, e scelto in modo da evitare i punti singolari della funzione stessa. Per qualunque punto di questo cammino, esclusi gli estremi, il coefficiente di $d\omega$, cioè l'integrale

$$H(\omega) = \int_{-T}^{+T} f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\, d\tau = f(\omega) e^{\omega t} \int_{-T}^{+T} \frac{V(\tau)}{e^{\omega\tau}}\, d\tau \qquad [25$$

Digitized by Google

è convergente e definisce una funzione analitica di ω, olomorfa, e quindi integrabile lungo qualunque tratto finito del percorso considerato. Segue che la convergenza della [19] dipende dal comportamento della detta funzione per $\omega = \pm i\infty$; su che influiscono insieme il « modo di divenire » di $f(\omega)$ nelle direzioni stesse, e le deviazioni della $V(t)$ dalle condizioni di Dirichlet al finito. Per risolvere i casi d'indeterminazione che così si presentano, procedo come segue. Cerco una funzione $Q(\alpha, \omega)$ che sia trascendente intera in α e in ω, che per $\alpha = 0$ sia identicamente eguale all'unità, e che per ($\alpha > 0$, $\omega = \pm i\infty$) divenga infinitesima di ordine sufficientemente elevato affinchè il prodotto $Q(\alpha, \omega) H(\omega)$ divenga atto all'integrazione fra i limiti $-i\infty$ e $+i\infty$; e all'uopo, se il divenire infinita della H è solamente algebrico o esponenziale, basta prendere $Q = e^{\alpha\omega^3}$; altrimenti si prenderà un fattore a decremento più rapido, come $Q = e^{\alpha\omega^4}$, e così via. Aggiungo questo $Q(\alpha, \omega)$ come *fattore di convergenza* per togliere l'indeterminazione dell'integrale. In luogo della espressione indeterminata

$$W(t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{T=\infty} \int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\, d\tau$$

considero cioè la seguente

$$W(\alpha, t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{T=\infty} \int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} Q(\alpha, \omega) f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega\tau}} V(\tau)\, d\tau \quad [26]$$

Questa, finchè $\alpha > 0$, ha sempre un valore determinato (finito o infinito che sia), e soddisfa alle condizioni formali richieste per poter scrivere

$$W(\alpha, t) = Q(\alpha, \Delta) f(\Delta) V(t)$$

Ciò posto, si faccia tendere α verso zero: allora il prodotto simbolico scritto tende verso $f(\Delta) V(t)$. E se la $W(\alpha, t)$ tende verso un limite, questo limite è da assumere come valutazione del simbolo $f(\Delta) V(t)$; se non tende verso alcun limite, si dirà che la richiesta valutazione (o, per precisare, quella particolare valutazione che corrisponde al cammino d'integrazione prescelto) è indeterminata. La ragione di questa conclusione si può anche vedere osservando che l'aggiunta del fattore di convergenza equivale a sostituire alla $V(t)$

Digitized by Google

una funzione $V(\alpha, t)$ priva di quelle particolari irregolarità che rendevano inapplicabile la formola [19]; e che questa $V(\alpha, t)$ tende verso $V(t)$ quando α tende verso zero.

Nel caso più generale si scriverà dunque

$$f(\Delta)V(t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{\substack{\alpha = 0 \\ T = \infty}} \int_{-i\infty}^{+i\infty} d\omega \int_{-T}^{+T} Q(\alpha, \omega) f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega \tau}} V(\tau)\, d\tau \quad [27]$$

e questa formola vale sempre nel senso che il secondo membro ha un valore finito, infinito o indeterminato, a seconda che il primo membro deve considerarsi come finito, infinito o indeterminato anche esso. Variando, come sempre, la situazione del percorso d'integrazione rispetto ai punti singolari al finito della $f(\omega)$, se ne esistono, si possono ottenere altrettante valutazioni particolari diverse.

21. — È bene, nella [27] tener presente che i due passaggi al limite sono necessari solamente per evitare i casi d'indeterminazione apparente; quindi possono essere omessi tutte le volte che la formola scritta senza di essi, cioè nella forma [19], dà un risultato determinato. Il campo di validità di questa coincide dunque col campo di convergenza; risultato che può avere applicazioni immediate alla teoria degli sviluppi di Fourier. Inoltre, questo campo ammette come campo limite quello per cui è valida la [27]; intendo dire che ogni coppia di funzioni f e V a cui sia applicabile la [27] può essere considerata come limite di una coppia di altre due funzioni comprese nel campo di validità della [19]. Segue quindi che la [19] stessa, anche da sola, è sufficiente per definire l'interpetrazione di un simbolo in ogni caso, quando si sottintenda che tutti i casi d'indeterminazione siano da risolvere per mezzo di passaggi al limite. In particolare, ai passaggi al limite indicati nella [27] se ne possono sostituire infiniti altri, di altra forma, e con identico risultato.

Il primo problema di valutazione è così risoluto teoricamente. A un simbolo $f(\Delta)$ qualunque è stato associato il significato di una operazione funzionale, espressa sotto forma di doppio integrale definito. Resta ora da discutere l'insieme delle proprietà dell'operazione così definita, e ricavare sviluppi atti al calcolo numerico. A ciò è necessario e sufficiente investigare la forma della rispettiva funzione generatrice $G(t)$. Questa investigazione forma oggetto dei due paragrafi successivi.

Digitized by Google

§ 5. — Discussione della $G(t)$.

22. — Sia data ad arbitrio una $f(\Delta)$; si tracci nel piano complesso Δ una linea s qualunque che vada da $\Delta = -i\infty$ a $\Delta = +i\infty$, senza attraversare nessun punto singolare al finito della funzione. La linea s determina una valutazione particolare, cioè un ramo dell'operazione $f(\Delta)$. La funzione generatrice relativa a questo ramo si ottiene dalla [27] facendo $V(t) = Fu(t)$. Essa risulta

$$G(t) = f(\Delta)\,Fu(t) = \frac{1}{2\pi i}\lim_{\alpha = 0}\int_{-i\infty}^{+i\infty} Q(\alpha, \omega) f(\omega) e^{\omega t}\, d\omega \qquad [28]$$

(l'integrale essendo eseguito lungo il percorso s); ovvero formalmente

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} f(\omega) e^{\omega t}\, d\omega \qquad [29]$$

Questa ultima è valida quando è convergente. L'una e l'altra si ricordano partendo dalle corrispondenti espressioni di $Fu(t)$, cioè:

$$Fu(t) = \frac{1}{2\pi i}\lim_{\alpha = 0}\int_{-i\infty}^{+i\infty} Q(\alpha, \omega) e^{\omega t}\, d\omega \qquad [30]$$

$$Fu(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_{-i\infty}^{+i\infty} e^{\omega t}\, d\omega \qquad [31]$$

La seconda di queste è puramente formale, perchè divergente, ma molto facile a ricordare. Operando con $f(\Delta)$ sotto il segno integrale, si deducono le [28] e [29] dalle [30] e [31]; reciprocamente ponendo $f(\Delta) = 1$ nelle [30] e [31] si ricavano le [28] e [29].

23. — Premesso ciò, si vuole investigare in qual modo la funzione di variabile reale G, definita dalle [28] e [29], dipende dalla forma della funzione analitica f, e dalla scelta del cammino d'integrazione. S'incomincierà a osservare che quando nella [29] l'integrazione venisse arrestata fra limiti finiti, l'espressione ottenuta conserverebbe un senso e un valore finito, anche per valori complessi, purchè finiti, di t; e con la stessa dimostrazione applicata

Digitized by Google

nel paragrafo precedente alla funzione $\overline{A}(\omega)$ si prova che essa definirebbe una trascendente intera in t. Segue che se nell'integrale che dà $G(t)$ vengono alterati solamente i valori di $f(\omega)$ al finito, lasciando inalterato il comportamento asintotico per $\pm i\infty$ (e così anche quando si sposta comunque il cammino d'integrazione, senza però far cambiar ramo alla f), la $G(t)$ resta modificata solo per l'aggiunta di una trascendente intera. Quindi, teorema fondamentale: tutte le singolarità e discontinuità della $G(t)$ al finito, e le sue eventuali deviazioni dal comportamento analitico, dipendono dal comportamento asintotico di $f(\Delta)$ per $\Delta = \pm i\infty$; reciprocamente, il comportamento asintotico di $G(t)$ per $t = \pm i\infty$ dipende dal rimanente andamento di $f(\Delta)$, o più precisamente (come meglio più oltre dimostreremo) dalla distribuzione dei punti singolari di $f(\Delta)$ al finito.

Discutiamo anzitutto la prima categoria di proprietà, quella che dipende da $f(\pm i\infty)$. Sarà sufficiente prendere alcuni casi tipici importanti: enuncierò i risultati, omettendo in parte le dimostrazioni.

24. — CASO PRIMO. - La $f(\Delta)$ si annulli ultra-esponenzialmente per $\Delta = \pm i\infty$; cioè sia tale che il suo prodotto per qualunque fattore della forma e^{At} (con A complesso qualunque) si annulli anche esso nelle dette direzioni. Esempio, $f = e^{(h\Delta)^s}$. Allora la $G(t)$ risulta analitica, trascendente e intera. In questo caso l'operazione $f(\Delta)$ gode della singolare proprietà di trasformare in analitica e intera qualunque funzione integrabile, anche se impropria e impulsiva di qualunque ordine.

25. — CASO SECONDO. - La $f(\Delta)$, per $\Delta = \pm i\infty$ si annulli esponenzialmente; e precisamente si annulli come $e^{ip\Delta}$ (con $p > 0$) per $\Delta = +i\infty$ (1), si annulli come $e^{iq\Delta}$ (con $q < 0$) per $\Delta = -i\infty$. Allora la $G(t)$ è ancora analitica, ma non più intera; essa è olomorfa in una striscia limitata dalle parallele all'asse delle t reali, condotte alla distanza p, q rispettivamente. La $f(\Delta)$, in questo caso, trasforma in funzione analitica, e generalmente non intera, qualunque funzione integrabile.

26. — CASO TERZO. - La $f(\Delta)$, per $\Delta = \pm i\infty$ abbia comportamento tale che il prodotto $f(\Delta)e^{in\Delta}$ si annulli per $\Delta = \pm\infty$ non

---

appena $n \gtrless 0$; ciò avviene quando $f(\Delta)$ per $\Delta = \pm i\infty$, tende a un

(1) Intendo dire la $f(+i\infty)$ sia tale che il prodotto $e^{in\Delta}f(\Delta)$ tenda a zero o diverga, per $(\Delta = +i\infty)$ a seconda che $n \gtrless p$. Ciò avviene, p. es., quando $f(\Delta)$ si comporti come il prodotto di $e^{ip\Delta}$ per una costante o per una funzione algebrica.

Digitized by Google

valore finito, o è oscillante fra limiti finiti, o si annulla o diventa infinita come una funzione algebrica, o si comporta come il prodotto di una funzione oscillante per una funzione algebrica. Questo caso terzo è quelio che più interessa la fisica; e si ottiene come limite del precedente, facendo $p = 0$, $q = 0$ simultaneamente. Per semplicità si può supporre che il comportamento per $+ i\infty$ e per $- i\infty$ siano identici, ciò che si verifica sempre quando $f(\Delta)$ è a parametri reali. Allora la $G(t)$, in generale, non è più analitica, e può riuscire funzione propria o impropria, continua o discontinua a seconda del massimo limite dei valori di $| f(\Delta) |$ per $\Delta = \pm i\infty$.

In particolare, se $f(\Delta)$ per $\Delta = \pm i\infty$ si annulla, vale per $G(t)$ l'espressione [29] senza fattore di convergenza; il che prova che la $G(t)$ risulta funzione propria quantunque in generale localmente discontinua. Esempio, l'operatore $\frac{c}{\Delta - \rho}$ con c, ρ costanti qualunque(1); così pure l'operatore $\frac{ce^{h\Delta}}{\Delta - \rho}$.

Se $f(\Delta)$ per $\Delta = \pm i\infty$ tende a un limite finito, od oscilla fra limiti finiti, lo sviluppo [29] non vale più senza fattore di convergenza; ma se si scrive $f(\Delta) = \Delta f_1(\Delta)$, si ha in $f_1(\Delta)$ un operatore che soddisfa alla condizione precedente, e dà una $G_1(t)$ propria e discontinua; segue che $G(t) = \Delta G_1(t)$ contiene elementi impulsivi del primo ordine. Esempio, gli operatori $f(\Delta) = 1$, $f(\Delta) = e^{h\Delta}$, $f(\Delta) = \sum c_s e^{h_s \Delta}$; quest'ultimo dà $G(t) = \sum c_s Fu(t - h_s)$.

Se $f(\Delta)$ si comporta come il prodotto di Δ^m per una $f_0(\Delta)$, dove la $f_0(\Delta)$ soddisfa alla condizione precedente [per esempio, $f_0(\Delta) = \text{cost.}$] si avrà $G(t) = \Delta^m G_0(t)$, dove $G_0(t)$ è impulsiva del primo ordine. Segue che se m è intero negativo $= -n$, la $G(t)$ è finita e continua e derivabile $n - 1$ volte, ma la sua derivata $(n - 1)$esima è discontinua; si dirà in tal caso che la $G(t)$ presenta delle discontinuità di ordine n. Se invece m è intero positivo, la $G(t)$ ha elementi impulsivi, di ordine $m + 1$; vale a dire che la $G(t)$ è impropria, fino al suo integrale m-esimo inclusivamente, ma l'integrale di ordine $m + 1$ è funzione propria. Con questo linguaggio, di cui dovremo più volte servirci, si definisce l'ordine di discontinuità di una funzione fisica; questo ordine è $= +\infty$ per una funzione indefinitamente derivabile; è $= 1$ per una funzione semplicemente discontinua; è $= 0$ per una $Fu(t)$; è negativo per una funzione impulsiva di ordine superiore:

(1) Cfr. *Metodo simbolico*, etc., I, 25 e segg.

Digitized by Google

derivando s volte una funzione, il suo ordine viene diminuito di s unità. Riassumendo, un operatore della forma $\Delta^m f_0(\Delta)$, con m intero qualunque dà una $G(t)$ con ordine di discontinuità $= m$. Esso definisce una operazione che ha proprietà analoghe alla Δ^m; cioè abbassa semplicemente di m unità l'ordine della $V(t)$ a cui viene applicato; e quindi la lascia analitica se analitica, non analitica se non analitica. L'operazione si può chiamare *diffusiva* quando m è negativo; avendo infatti allora G funzione propria, la formola

$$W(t) = f(\Delta) V(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(t - \tau) V(\tau)\, d\tau$$

dà una funzione, su ciascun singolo valore della quale non influisce in modo finito alcun valore singolo della $V(t)$; esempio di operazione siffatta è la trasformazione dei segnali che avviene in un cavo telegrafico privo di self-induzione. E se l'operazione è n volte diffusiva, cioè se $m = -n$, essa può esprimersi anche con un integrale della forma

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int S(t - \tau) V(\tau)\, d\tau^n$$

dove S è ancora funzione propria; questa operazione rende continua la funzione e le sue derivate fino all'ordine $n - 1$. Quando invece m è nullo, il divenire impulsiva la G nella [6], dà termini finiti che si possono portar fuori del segno integrale; cioè si può scrivere

$$W(t) = \sum c_s V(t - h_s) + \int_{-\infty}^{+\infty} S(t - \tau) V(\tau)\, d\tau$$

con S funzione propria. Se infine m è positivo, nascono termini contenenti derivazione, e il risultato si scrive similmente

$$W(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S(t - \tau) V(\tau)\, d\tau + \sum c_{0s} V(t - h_{0s}) + \sum c_{1s} V'(t - h_{1s}) + \\ + \sum c_{2s} V''(t - h_{2s}) + \dots$$

Questi risultati possono essese assunti a fondamento per lo studio di tutti i fenomeni fisici di propagazione.

Seguirebbe in ordine di difficoltà il caso di m frazionario; questo potrà essere compreso più facilmente più oltre, dopo avere studiato

Digitized by Google

le funzioni $j(n,t)$ e la derivazione a indice frazionario. Esso dà risultati intermedi; per esempio, quando m è compreso fra 0 e -1, la $G(t)$ è ancora funzione propria ma non più finita: passa per un valore infinito, restando integrabile; derivando e integrando, di qui si deduce quello che avviene quando m è compreso fra due interi qualunque. Si definiscono così funzioni con ordine di discontinuità frazionario.

Non mi fermo ai sottocasi non riducibili a quello algebrico, per esempio quello in cui $f(i\infty)$ si annulla logaritmicamente, etc., perchè non conosco problemi che ad essi diano origine in fisica.

27. — CASO QUARTO. - Per $\Delta = \pm i\infty$, il massimo limite di $|f(\Delta)|$ divenga infinito più che qualunque potenza di Δ; esempio, l'operatore $f(\Delta) = e^{ih\Delta}$, il quale diventa esponenzialmente infinito per $\Delta = +i\infty$ quando h è negativo, per $\Delta = -i\infty$ quando h è positivo; altro esempio, $f(\Delta) = e^{-(h\Delta)^2}$ con h reale, il quale diventa ultra-esponenzialmente infinito, tanto per $\Delta = +i\infty$ quanto per $\Delta = -i\infty$. In questo caso la $G(t)$ non è più funzione propria, nè impulsiva di ordine finito, può non essere definibile nemmeno sotto forma di limite e allora ha un significato puramente simbolico. La operazione in questo caso è di difficile interpetrazione, e conviene anzichè fare lo studio della $G(t)$, considerare lo sviluppo della $f(\Delta)V(t)$ dato dalla [27], cercando di discuterlo caso per caso.

Darò, come esempio, alcuni risultati. L'operazione $e^{ih\Delta}$ è interpetrabile direttamente, e dà

$$e^{ih\Delta}V(t) = V(t+ih)$$

risultato che ha senso solo quando $V(t)$ è analitica. Similmente si comportano gli operatori $\cos m\Delta$, $\operatorname{sen} m\Delta$, come si vede esprimendoli per mezzo di esponenziali. L'operazione $e^{-(h\Delta^2)}$ s'interpetra come la inversa di $e^{(h\Delta^2)}$, la quale, come sappiamo, trasforma in trascendente intera qualunque funzione propria o impulsiva integrabile: ed essendo le operazioni entrambe univoche, non vi ha ambiguità sulla inversione; quindi $e^{-(h\Delta^2)}$, applicata a una trascendente intera può dare una funzione non analitica, ma applicata a una non trascendente intera dà una funzione priva di senso. Operazioni siffatte s'incontrano nella teoria analitica del calore: per esempio, nello studio del raffreddamento di un corpo, quando si vuol risalire la scala dei tempi, cioè dallo stato attuale prevedere gli anteriori: allora, al di là di un certo valore del tempo che dà lo stato iniziale, si ottiene un risultato non interpetrabile.

Digitized by Google

Se nel corso di una ricerca pratica, posto il quesito di determinare le condizioni necessarie per ottenere un effetto assegnato, si presenta come risultato dei calcoli un simbolo come quelli ora descritti, ciò vuol dire che l'effetto voluto è impossibile a realizzare.

§ 6. — Segue Discussione della $G(t)$

28. — Restano a discutere quelle proprietà di $G(t)$ che dipendono dalle singolarità al finito di $f(\omega)$ e dalla scelta del cammino d'integrazione. Prima di far ciò, dimostrerò l'esistenza di una relazione reciproca che passa fra la $f(\omega)$ e la $G(t)$; essa è una espressione, anzi è l'espressione più generale, di quella legge di reciprocità che ho richiamato più volte.

Si consideri una $G(t)$ proveniente da un cammino s, rettilineo, parallelo all'asse immaginario del piano ω. Si cerchi di sviluppare in integrale di Fourier i valori della $f(\omega)$ lungo la s; è necessario all'uopo un integrale procedente per esponenti reali, cioè della forma

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t)\, e^{\omega t}\, dt$$

Per decidere se un siffatto sviluppo è possibile, si osservi che in tutti i punti al finito della s, la $f(\omega)$ per ipotesi è olomorfa, quindi le condizioni di Dirichlet sono soddisfatte; potrebbero mancare le condizioni relative al comportamento nei due punti estremi, $\pm i\infty$; ma queste ultime condizioni sono richieste solamente per assicurare che il coefficiente dello sviluppo sia funzione propria. Prescindendo da questa esigenza, lo sviluppo è sempre possibile; per trovare la espressione del coefficiente, basta sviluppare in luogo della $f(\omega)$ una funzione $f(\omega)\, Q(\alpha, \omega)$, la quale soddisfa a tutte le condizioni per lo sviluppo nella forma propria ordinaria. Si ha

$$f(\omega)\, Q(\alpha, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(\alpha, t)\, e^{t\omega}\, dt \quad \text{con} \quad A(\alpha, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{s} \frac{f(\omega)\, Q(\alpha, \omega)}{e^{t\omega}}\, d\omega$$

e tenendo conto che

$$\lim_{\alpha = 0} f(\omega)\, Q(\alpha, \omega) = f(\omega)$$

Digitized by Google

si vede che il coefficiente $A(t)$ è espresso, quale funzione formale da

$$\lim_{\alpha=0} \frac{1}{2\pi i} \int_s f(\omega) \frac{Q(\alpha, \omega)}{e^{t\omega}} d\omega$$

Ma questa espressione coincide con quella deila $G(-t)$ relativa al detto cammino. Si ha dunque

$$f(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(t)\, e^{-\omega t}\, d\omega \qquad 32]$$

Questo teorema è formalmente implicito nella [8] del § 2; ma con la dimostrazione fatta resta provata la convergenza effettiva della espressione in tutti i punti della s.

29. — La formola [32], posta a raffronto con quella che dà $G(t)$, e che scriviamo formalmente senza il segno di limite così:

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_s f(\omega)\, e^{\omega t}\, d\omega$$

stabilisce una relazione funzionale reciproca fra i valori assunti dalla G sull'asse reale e quelli assunti dalla f sulla retta s. Si passa dall'una funzione all'altra per mezzo di una trasformata di Laplace. I risultati ottenuti nei paragrafi precedenti si possono allora enunciare sotto forma duale, quali proprietà della trasformata, come segue:

1° Il comportamento all'infinito di ciascuna delle due funzioni dipende dal comportamento al finito dell'altra, con le leggi di cui al paragrafo precedente.

2° Derivare, integrare l'una funzione equivale a moltiplicare, dividere l'altra per la rispettiva variabile indipendente. L'operatore $\Delta f(\Delta)$ ha per funzione generatrice $G'(t)$; l'operatore $f'(\Delta)$ ha per funzione generatrice $tG(t)$.

3° Cambiare origine all'una funzione equivale a moltiplicare l'altra per un esponenziale. L'operatore $f(\Delta + h)$ ha per generatrice $e^{-ht} G(t)$; l'operatore $e^{h\Delta} f(\Delta)$ ha per generatrice $G(t + h)$.

Digitized by Google

4° Se F è il simbolo di una funzione analitica qualunque, vale la seguente relazione

$$F\left(\frac{d}{d\Delta}\right) f(\Delta)\, Fu(t) = F(t) f(\Delta)\, Fu(t) \qquad [33]$$

la quale è una generalizzazione della [2].

Tutte queste possono essere riassunte in una formola simbolica rimarchevole, e cioè

$$f(\Delta)\, Fu(t) = G(t) = Fu(\Delta) f(t) \qquad [34]$$

Molte applicazioni immediate di queste relazioni reciproche, per la valutazione dei simboli, sono evidenti. Vogliamo qui servircene per lo studio delle proprietà asintotiche della $G(t)$ in base alle singolarità al finito della $f(\ )$.

30. — S'incominci a determinare il campo entro cui la [32] converge. Nel piano della variabile $\omega = x + iy$ siano P, Q i punti singolari della $f(\omega)$ più prossimi alla s, a dritta e a sinistra rispettivamente: si consideri la striscia limitata dalle parallele all'asse immaginario, condotte per P, Q rispettivamente (striscia che può divenire un semipiano o un piano se i punti P, Q vanno all'infinito); allora qualunque cammino parallelo a s, e contenuto nella striscia, è riconciliabile con s, e quindi dà luogo alla stessa $G(t)$ e quindi alla formola [32]. Il secondo membro di questa dunque converge, e rappresenta $f(\omega)$ entro tutta la striscia; ma per proprietà note degli integrali esponenziali (1), il campo di convergenza non può oltrepassare i punti singolari; esso dunque coincide con la striscia medesima (2).

Ma la convergenza di un integrale esponenziale si può mettere in relazione col comportamento del coefficiente $G(t)$ per $t = \pm\infty$. Precisamente si dimostra che se $G(t)$ è dell'ordine di e^{pt} per $t = +\infty$ [vale a dire se essa si comporta asintoticamente come il prodotto di e^{pt} per una funzione il cui limite massimo non cresce o decresce esponenzialmente (3)], il prodotto $G(t)e^{-\omega t}$ risulta integrabile fra 0 e $+\infty$ quando la parte reale di ω è minore di p; reciprocamente per $t = -\infty$. Dette allora p, q le ascisse dei punti P, Q, *si conclude che la* $G(t)$ *relativa al cammino* s *è dell'ordine di* e^{qt} *per* $t = -\infty$,

(1) Cfr. PINCHERLE, *Sur les fonctions déterminantes*, Ch. I (*Annales éc. norm. sup.*, t. XXI, p. 9).

(2) Si confronti coi teoremi sulla convergenza delle serie di Laurent.

(3) Cfr. l'annotazione al n. 25 del paragrafo precedente.

Digitized by Google

ed è dell'ordine di e^{pt} *per* $t = +\infty$. Dunque i prossimi punti singolari al finito della $f(\Delta)$, a destra e a sinistra del cammino d'integrazione; sono quelli che danno i termini principali della $G(t)$ per $t = -\infty$ e per $t = +\infty$ rispettivamente. Questa proprietà è reciproca a quella di cui al N. 25 del paragrafo precedente.

Immaginando separati dall'espressione di $G(t)$ questi termini principali, restano i termini dipendenti dalle altre singolarità, e possono essere messi successivamente in evidenza. Si conclude che tutti i punti singolari a destra di s influiscono sul comportamento di $G(t)$ per $t = -\infty$; e precisamente a ogni punto singolare di ascissa q corrisponde un termine Ae^{qt} dove $A = A(t)$ è un coefficiente di ordine esponenziale nullo; similmente i punti a sinistra danno termini che influiscono sul comportamento per $t = +\infty$.

31. — Fin qui le $G(t)$ ricavate da un cammino rettilineo. È facile estendere i risultati al caso di una $G(t)$ ricavata da un cammino d'integrazione s qualunque; questo differisce da un cammino rettilineo solo per l'aggiunta di circuiti chiusi finiti, o di cappî (lacets) provenienti da uno dei punti $+i\infty$, $-i\infty$. Nel primo caso, che è quello che interessa la fisica, si può provare, con facile dimostrazione, che valgono interamente le stesse conclusioni di cui sopra, nella forma seguente: i punti lasciati a destra dalla s, influiscono sul comportamento di $G(-\infty)$ con termini Ae^{qt}; i punti lasciati a sinistra influiscono sul comportamento di $G(+\infty)$; se la curva s ha circuiti chiusi racchiudenti punti singolari, questi punti vanno contati come appartenenti tanto alla prima quanto alla seconda categoria.

Per le G dedotte da cammini rettilinei, gli ordini p, q, che determinano il comportamento per $-\infty$, $+\infty$ rispettivamente, sono disuguali, e si ha $q < p$; per le altre G non vale la stessa restrizione.

Quest'analisi si potrebbe proseguire fino a determinare completamente la forma di una $G(t)$ qualunque; ma i dati raccolti sono ormai sufficienti per passare allo studio degli altri due problemi di valutazione, la risoluzione dei quali include quella del primo.

PARTE III.

Risoluzione del secondo problema di valutazione.

§ 7. — Assegnazione della valutazione fondamentale.

32. — Enunciato del secondo problema: scegliere fra le valutazioni particolari una (che si dirà *fondamentale*), determinata in base a condizioni uniformi e tali che abbiano un significato fisico particolarmente importante.

Digitized by Google

Nel *Metodo simbolico*, etc., ho considerato quegli operatori che nascono direttamente dallo studio di sistemi fisici. Essi sono caratterizzati dal fatto che la rispettiva $f(\Delta)$ è olomorfa nel semipiano positivo (nel semipiano a destra dell'asse immaginario, questo incluso, e il punto all'infinito escluso); e ciò è una conseguenza del secondo principio di termodinamica. Per questi operatori l'assegnazione della valutazione fondamentale si presenta spontanea; basta la condizione (implicita) che $W(t)$ sia finita per $t = -\infty$ per determinare $W(t)$ univocamente in base ai valori di $V(t)$ dati arbitrariamente da $t = -\infty$ sino all'epoca t considerata; vale allora infatti il *principio di estinzione,* in virtù del quale la differenza fra due qualunque valutazioni particolari è una funzione che tende asintoticamente a zero col decorso del tempo.

Conviene non limitare lo studio a tale categoria di operatori, perchè altri più generali si presentano nei calcoli, per trasformazione dei primi. Allora la condizione enunciata non basta a determinare la valutazione univocamente. Si può però sostituirla con la seguente, che la include, ed è più restrittiva: il valore di $W(t)$ in ogni istante deve dipendere solo dai valori *antecedenti* di $V(t)$, non da quelli *susseguenti* all'istante considerato; in altre parole, la $G(t)$ deve essere nulla per tutti i valori negativi di t. Questa condizione ha un significato fisico ovvio. La citerò col nome di *condizione di successione.*

Per vedere come è probabile soddisfarvi, si applichi il teorema dimostrato nel paragrafo precedente. La $G(t)$ deve annullarsi in un intorno di $t = -\infty$, dunque la minima ascissa dei punti singolari a destra della linea s deve essere $= +\infty$; il che vuol dire che la s deve lasciare a sinistra tutti i punti singolari al finito della $f(\Delta)$. Ma tutte le linee siffatte sono fra loro riconciliabili, salvo la molteplicità di rami della funzione. Quindi per ogni ramo della $f(\Delta)$, se esiste una valutazione che soddisfi alla condizione di successione, essa è unica e si trova prendendo come percorso d'integrazione s il semicerchio infinito di destra del piano complesso; ma non esiste sempre, perchè la detta integrazione può dare una $G(t)$ che non sia sempre nulla per t negativo.

33. — Quindi, la condizione di successione non è mai insufficiente, ma è troppo restrittiva. Per renderla applicabile sempre, basta però generalizzarla formulandola così: la $G(t)$ deve annullarsi ultraesponenzialmente per $t = -\infty$. Ciò è quanto dire che il percorso d'integrazione deve essere il semicerchio infinito di destra, senza altra condizione. *La valutazione così determinata si assumerà come valutazione fondamentale.* Essa è unica ed esistente, per ogni ramo

Digitized by Google

della $f(\Delta)$ nel quale l'insieme dei punti singolari al finito sia limitato a destra Se la $f(\Delta)$ ha diversi rami che si separano fra loro per $\Delta = \infty$, questi devono essere considerati come rappresentativi di operazioni funzionali distinte. Quegli operatori $f(\Delta)$, o quei loro rami, in cui la condizione dell'insieme limitato a destra non sia soddisfatta $\left(\text{per esempio } f = \frac{1}{\operatorname{sen} \Delta}\right)$, possono essere considerati come privi di valutazione fondamentale; essi sono di rarissima occorrenza, e non vi sarebbe inconveniente a escluderli dalle nostre ricerche.

Concludendo: *sia C il semicerchio infinito di destra del piano complesso;* la valutazione fondamentale è quella che corrisponde alle formole seguenti:

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{\alpha = 0} \int_C f(\omega)\, e^{\omega t}\, Q(\alpha, \omega)\, d\omega \qquad [35]$$

$$W(t) = f(\Delta) V(t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{\substack{\alpha = 0 \\ T = \infty}} \int_C d\omega \int_{-T}^{+T} f(\omega)\, \frac{e^{\omega t}\, Q(\alpha, \omega)}{e^{\omega \tau}} \qquad [36]$$

Di qui in poi, i simboli $G(t)$, $W(t)$, $f(\Delta)V(t)$ saranno usati senz'altro nel significato di queste rispettive valutazioni fondamentali. Avere stabilito tale significato permette di operare coi simboli $f(\Delta)$ senza necessità di alcuna di quelle precauzioni la cui mancanza altrimenti conduce a paradossi più volte segnalati (v. OLTRAMARE, FORSYTH, HEAVISIDE, etc.).

§ 8. — Discussione della valutazione fondamentale.

34. — Data una $f(\Delta)$ qualunque, o un suo ramo convenientemente separato, sia x la massima ascissa dei suoi punti singolari al finito nel piano Δ. Supponiamo che la x abbia un valore finito e determinato. Allora esiste la valutazione fondamentale e si propone la discussione della rispettiva $G(t)$.

Il comportamento asintotico di $G(t)$ per $t = -\infty$ è già noto. Quello per $t = +\infty$ dipende dal valore di x; nell'intorno di $t = +\infty$, la $G(t)$ risulta dell'ordine di e^{xt}. In particolare, la $G(t)$ tende asintoticamente a zero sempre e solo quando $x < 0$, cioè quando la $f(\Delta)$ è olomorfa nel semipiano positivo; proprietà che nel « Metodo simbolico, etc. » era stata dedotta per confronto di casi singoli.

Digitized by Google

Quanto al comportamento di $G(t)$ al finito, esso dipende da quello di $f(\Delta)$ nel semicerchio C. Il primo caso da distinguere è quello di $f(\Delta)$ algebrica, o più in generale quello in cui $f(\Delta)$ non ha singolarità essenziali per $\Delta = \infty$. Allora per qualunque valore di t reale negativo, il prodotto $e^{t\Delta} f(\Delta)$ è esponenzialmente infinitesimo lungo tutto C, salvo al più gli estremi; e quindi l'integrale

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma} e^{t\omega} f(\omega)\, d\omega$$

si annulla per t negativo; vale a dire, è verificata la condizione di successione. Nel tempo stesso, per t positivo, si annulla l'integrale medesimo preso nel semicerchio infinito di sinistra. Allora, per t positivo, questo semicerchio può essere aggiunto al percorso d'integrazione, senza alterare il risultato; resta così un integrale esteso all'intero cerchio all'infinito del piano; questo è esprimibile con la notazione dei residui di Cauchy, e si ha quindi:

$$G(t) = \begin{cases} = 0 & \text{per } t < 0 \\ = \sum\limits_{\omega} f(\omega) e^{\omega t} & \text{per } t > 0 \end{cases} \qquad [37]$$

il residuo $\sum\limits_{\omega}$ intendendosi preso a partire dal punto $\omega = -\infty$; inoltre per $t = 0$, si riconosce che la $G(t)$ è propria o impulsiva a seconda che $f(\Delta)$ si annulla o no per $\Delta = \infty$. La $G(t)$ in questo caso è una funzione non analitica, per quanto generata dall'eseguire operazioni analitiche su funzioni analitiche. Esempi di questa natura sono di frequente occorrenza nel calcolo funzionale.

Segue il caso in cui $f(\Delta)$, per $\Delta = \infty$, si comporta come il prodotto di una funzione del tipo precedente, per un fattore $e^{h\Delta}$; vale allora lo stesso risultato, con una trasposizione h nell'origine dei tempi. Esempio, l'operatore $f(\Delta) = e^{h\sqrt{\Delta^2 - s^2}}$, che si presenta in telegrafia.

Più generale ancora è l'ipotesi che $f(\Delta)$, sul semicerchio C, sia semplicemente dell'ordine di $e^{h\Delta}$, senza limitazione intorno al comportamento sul semicerchio di sinistra. Allora vale solo il risultato $G(t) = 0$ per $t < h$, e non più l'espressione sotto forma di residuo per $t > h$.

Se il punto all'infinito di $f(\Delta)$ non soddisfa a nessuna di tutte queste condizioni, si cerchi di separare da $f(\Delta)$ tutti i termini che

Digitized by Google

vi soddisfano. Può avvenire che $f(\Delta)$ si lasci decomporre interamente in termini siffatti, e allora l'interpetrazione, per sommatoria, è ricondotta ai casi precedenti. Altrimenti la discussione può essere difficile. Valgono in ogni caso le regole generali; cioè, investigare il comportamento per $\Delta = \pm i\infty$ per discutere le proprietà di $G(t)$ al finito, e investigare le singolarità al finito per ricavare tutti i termini asintotici.

§ 9. — Le funzioni $j(n, t)$.

35. — Con la notazione $j(n, t)$, ovvero anche $j_n(t)$ indico la funzione generatrice della derivazione a indice qualunque n. In altre parole

$$j(n, t) = \Delta^n Fu(t)$$

A ogni sviluppo di $f(\Delta)$ in potenze Δ^n corrisponde uno sviluppo di $G(t)$ in funzioni $j(n, t)$. Segue che queste funzioni hanno, per lo studio delle funzioni non analitiche la stessa importanza come le potenze per lo studio delle funzioni analitiche. Praticamente, nelle nostre ricerche, le funzioni $j(n, t)$ servono pel calcolo numerico delle $G(t)$, e quindi di tutte le valutazioni fondamentali.

Si ha anzitutto:

$$j_0(t) = Fu(t) \qquad [38]$$

cioè, l'operazione Δ^0 essendo l'operazione identica, il simbolo j_0 vale come equivalenle del simbolo Fu.

Se n è intero positivo, la Δ^n è univoca, e rappresenta la derivazione di ordine n; cioè $\Delta^n = \frac{d^n}{dt^n}$. Quindi

$$j_n(t) = Fu^{(n)}(t) \qquad [39]$$

e si ha anche

$$\frac{d^m}{dt^m} j(n, t) = j(m + n, t) = \frac{d^n}{dt^n} j(m, t) \qquad [40]$$

Questa formola, applicata al caso di $m + n$ reale qualunque, serve per ricondurre al caso di n compreso fra zero e uno.

Se n è reale o complesso qualunque, la Δ^n non è più univoca: s'intende allora considerare la valutazione fondamentale. Tenuto

Digitized by Google

conto che il punto all'infinito di Δ^n non è mai un punto essenziale, si deduce che, in qualunque caso

$$j(n,t)=\begin{cases}=0, \text{ per } t \text{ negativo}\\ =\begin{matrix}\text{non impulsiva}\\ \text{impulsiva}\end{matrix}, \text{ per } t=0, \text{ secondo che } \begin{matrix}R(n)<0\\ R(n)>0\end{matrix}\\ =\sum_{\omega}\omega^n e^{\omega t}=\dfrac{t^{-n-1}}{\Gamma(-n)}, \text{ per } t \text{ positivo.}\end{cases} \quad [41]$$

Qui con $R(n)$ indichiamo la parte reale di n, con $\sum_{\omega}$ s'intende come sempre il residuo preso a partire da $\omega=-\infty$, e scegliendo quel ramo della funzione che dà risultato reale, e con Γ s'intende la nota funzione di Gauss. L'eguaglianza

$$\sum_{\omega}\omega^n e^{\omega t}=\frac{t^{-n-1}}{\Gamma(-n)}$$

risulta da trasformazioni note dell'integrale euleriano di seconda specie. Segue che in ogni caso, la $j(n,t)$ è sempre analitica rispetto a n, ed è sempre non analitica rispetto a t.

Resta da mettere in completa evidenza il comportamento impulsivo per $t=0$, che si ha quando $R(n)>0$. Si prenda la formola [35], col fattore di convergenza $e^{-\alpha n^2}$. Si ottiene

$$j(n,t)=\lim_{\alpha=0}\frac{1}{2\pi i}\int_C \omega^n e^{\omega t+\alpha\omega^2}d\omega \quad [42]$$

L'integrale, quando n è qualunque, non si può effettuare per trascendenti ordinarie, ma può servire per la descrizione qualitativa della funzione che sta sotto il segno limite.

Vogliamo discutere più particolarmente i casi che interessano la fisica: sono quelli di n reale.

36. — CASO PRIMO: $n=$ negativo reale qualunque $=-m$.

Allora si ha semplicemente

$$j_{-m}(t)=\begin{cases}=0 \text{ per } t \text{ negativo}\\ =\text{non impulsiva per } t=0\\ =\dfrac{t^{m-1}}{\Gamma(m)} \text{ per } t>0\end{cases} \quad [43]$$

Digitized by Google

a cui corrisponde la formola

$$\Delta^{-m} V(t) = \int_{-\infty}^{t} \frac{(t-\tau)^{m-1}}{\Gamma(m)} V(\tau)\, d\tau \qquad [44]$$

che definisce la valutazione fondamentale della derivazione a indice negativo qualunque. La funzione $j_{-m}(t)$ è sempre propria; ed è anche sempre finita quando $m > 1$; diventa invece infinita per $t = +0$, quando m è compreso fra 0 e 1. Al limite, per $m = 0$, risulta la funzione impulsiva $j_0(t)$, rappresentata sotto nuova forma che è utile in qualche calcolo.

Si traccino i diagrammi nei vari casi, notando l'ordine di discontinuità e derivabilità della $j_{-m}(t)$, che dipende dal massimo intero contenuto in n; e quindi l'ordine di diffusività dell'operazione Δ^{-m}.

Il caso $m = 1$, che separa le j crescenti dalle j decrescenti, dà

$$j_{-1}(t) = \begin{cases} = 0 \text{ per } t \text{ negativo} \\ = 1 \text{ per } t \text{ positivo} \end{cases} \qquad [45]$$

Questa è la funzione telegrafica, che si può anche denotare con 1_t, ed è il tipo delle funzioni non analitiche (Heaviside, che considera spesso la stessa funzione, scrive invece semplicemente 1; ma ciò può dar luogo ad equivoci); essa ha una discontinuità semplice per $t = 0$. L'operazione corrispondente è la Δ^{-1} ovvero $\frac{1}{\Delta}$, cioè l'integrazione. La $j_{-1}(t)$, derivata, riproduce la $Fu(t)$.

Così, più in generale, quando n è intero negativo qualunque $= -N$, si ha

$$\Delta^{-N} V(t) = \int_{-\infty}^{t} \frac{(t-\tau)^{N-1}}{(N-1)!} V(\tau)\, d\tau = \underbrace{\int\int \ldots \int}_{-\infty}^{t} V(t)\, dt^n \qquad [46]$$

Questo doppio modo di rappresentazione è tipico per le operazioni diffusive. Il risultato si ottiene, tanto per ripetizione dell'operazione $\frac{1}{\Delta} = \int_{-\infty}^{t}$, quanto col calcolo della $j_{-N}(t)$. È noto infatti che $\Gamma(N) = (N-1)!$, donde

$$j_{-N}(t) = \begin{cases} = 0 \text{ per } t < 0 \\ = \frac{t^{N-1}}{(N-1)!} \text{ per } t > 0 \end{cases} \qquad [47]$$

Digitized by Google

Le due espressioni integrali si trasformano una nell'altra mediante integrazione per parti.

Siccome $j(n,t)$ è funzione analitica di n, il caso di n negativo non intero si può anche descrivere come intermedio fra quello dei due interi che lo comprendono. Particolarmente è importante il caso di n semi-intero, cioè $=-N-\frac{1}{2}$. Partendo da proprietà note della funzione Γ, si ha allora

$$\Gamma\left(-N-\frac{1}{2}\right)=\frac{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2N-1)}{2^N}\sqrt{\pi}=\frac{(2N)!}{2^{2N}\cdot N!}\sqrt{\pi}$$

donde

$$j\left(-N-\frac{1}{2},\,t\right)=\frac{2^{2N}\cdot N!}{(2N)!}\,\frac{t^{N-\frac{1}{2}}}{\sqrt{\pi}}\qquad(\text{per } t>0)\qquad[48]$$

e in particolare

$$j_{-\frac{1}{2}}(t)=\frac{1}{\sqrt{\pi t}}\qquad(\text{per } t>0)\qquad[49]$$

Questa relazione $\left(\text{col simbolo } p^{-\frac{1}{2}}1\right)$ è stata divinata da Heaviside (1); una dimostrazione rigorosa credo che mancasse tuttora.

37. — CASO SECONDO: $n=$ intero positivo $=N$.

In base al significato diretto di Δ^N, la funzione impulsiva $j_N(t)\,Fu^{(N)}(t)$ può essere definita come simbolo tale che

$$\int_{-\infty}^{+\infty} j_N(t-t_0)\,V(t)\,dt=V^{(N)}(t_0)\qquad[50]$$

cioè come un simbolo formale atto ad esprimere l'operazione di derivazione sotto forma d'integrale definito. Ovviamente, la $j_N(t)$ è nulla non solo per $t<0$, ma anche per $t>0$, come si rileva pure dalla formola $\frac{t^{-N-1}}{\Gamma(-N)}$, perchè $\Gamma(-N)=\infty$; l'elemento singolare è nel punto $t=0$. La descrizione qualitativa di questo elemento singolare può ottenersi partendo dal diagramma di $Fu(t)$ e derivando graficamente. Così, la $j_1(t)=Fu'(t)$ è formata di due elementi impulsivi, uguali e contrarî, d'intensità infinitamente grande e infinitamente vicini, in modo che il prodotto dell'intensità per la distanza

(1) *Electromagnetic Theory*, vol. II.

Digitized by Google

sia eguale all'unità (1); la $j_2(t) = F'u''(t)$ è formata da due impulsi positivi con uno negativo interposto; e così di seguito.

Analiticamente:

$$j_N(t) = \lim_{\alpha = 0} \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty}^{+i\infty} \omega^N e^{\omega t + \alpha\omega^2} d\omega \qquad [51]$$

ovvero anche

$$j_N(t) = \lim_{h = \infty} \frac{h}{\sqrt{\pi}} \frac{d^N}{dt^N} e^{-(ht)^2} \qquad [52]$$

38. — Caso terzo: $n =$ positivo non intero.

In questo caso $j(n, t)$ è singolare per $t = 0$, e non è nulla per $t > 0$.

L'elemento singolare è determinato dal massimo intero contenuto in n. Si può vedere la natura della funzione, dicendo N l'intero immediatamente superiore, e scrivendo $\Delta^n = \Delta^N \Delta^{-\tau}$, dove τ è compreso fra 0 e 1. Allora

$$j(n, t) = \frac{d^N}{dt^N} j(-\tau, t) \qquad [53]$$

e siccome la $j(-\tau, t)$ è una funzione propria, di cui già conosciamo l'espressione, questa formola contiene elementi tutti noti. Si riconosce che in ogni caso la $j(n, t)$ diviene in valore assoluto infinitamente grande per $t = +0$, e dopo decresce asintoticamente verso zero.

§ 10. — Espressione e sviluppo della $G(t)$.

39. — Dalle regole esposte si deduce che

A uno sviluppo $f(\Delta) = \sum c_n \Delta^n$ corrisponde uno sviluppo $G(t) = \sum c_n j(n, t)$

a uno sviluppo $f(\Delta) = \sum c_{mn} (\Delta - \rho_m)^n$ corrisponde uno sviluppo $G(t) = \sum c_{mn} e^{m\rho t} j(n, t)$

a uno sviluppo $f(\Delta) = \sum e^{h\Delta} c_{mn} (\Delta - \rho_m)^n$ corrisponde uno sviluppo $G(t) = \sum c_{mn} e^{\rho m (t+h)} j(n, t+h)$

E le condizioni di validità di qualunque sviluppo di $G(t)$ si possono ormai ricondurre a un criterio teoretico generale. La trasfor-

(1) Si confronti con la definizione di strato magnetico.

Digitized by Google

mata di Laplace che dà $G(t)$ in funzione di $f(\Delta)$, cioè quella espressa dalla formola

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i}\int_s f(\omega)\, e^{\omega t}\, d\omega$$

presuppone un cammino s esteso da $\omega = -i\infty$ sino a $\omega = +i\infty$. Dalle regole di sviluppo in serie fuori e sotto il segno integrale, segue quindi che la validità di uno sviluppo di $G(t)$ dipende dalla validità e dalla convergenza uniforme del corrispondente sviluppo di $f(\Delta)$ in una zona estesa da $\Delta = -i\infty$ sino a $\Delta = +i\infty$; volendo la valutazione fondamentale, questa zona deve essere illimitata verso destra.

Ciò rende ragione di molti fatti, finora segnalati caso per caso. Si prova così che uno sviluppo di $f(\Delta)$ in serie di potenze positive dà in generale un risultato non valido. Se una $f(\Delta)$ è sviluppabile, tanto in serie di potenze positive $\sum a_N \Delta^N$ quanto in serie di potenze negative $\sum \frac{b_N}{\Delta^N}$, la valutazione del simbolo deve farsi in base al secondo sviluppo e non al primo. Queste regole stanno in marcato contrasto con quelle che valgono per la teoria nel campo analitico.

Per la teoria più precisa conviene ulteriormente distinguere fra gli sviluppi validi quelli a validità propria o assoluta e quelli a validità impropria o limitata. È assoluto uno sviluppo di $f(\Delta)$ il cui dominio di convergenza uniforme comprenda il punto $\Delta = \infty$; esso può venire applicato indiscriminatamente senza necessità di precauzione. È a validità limitata uno sviluppo che converga uniformemente, solo entro qualunque parte finita di una zona estesa lungo una detta linea s, il punto $\Delta = \infty$ restando escluso; così lo sviluppo in serie di Laurent di una funzione che abbia un punto singolare per $\Delta = \infty$. In questi ultimi sviluppi bisogna distinguere la serie dei termini che deviano dalla condizione voluta, e verificarne il significato, che può essere diverso da quello apparente; così la serie $f(\Delta) = \sum_0^\infty \frac{h^n}{n!}\Delta^n$, operando termine a termine dà $G(t) = \sum_0^\infty \frac{h^n}{n!} Fu^{(n)}(t)$, mentre la vera funzione generatrice è $Fu(t+h)$.

Facciamo seguire la discussione di qualche tipo di sviluppo particolarmente importante.

40. — SVILUPPO COMPLETO DI UNA FUNZIONE UNIFORME. - Sia $f(\Delta)$ razionale o trascendente uniforme (cioè a un sol valore, a un

Digitized by Google

solo ramo), con l'intero piano come campo di esistenza. Siano ρ_1, $\rho_2, \dots \rho_m, \dots$ i suoi punti singolari. Si può allora formare uno sviluppo

$$f(\Delta) = \sum_n a_n \Delta^n + \sum_{m,n} \frac{a_{mn}}{(\Delta - \rho_m)^n} \qquad [54]$$

valevole in tutto il piano. Infatti, ogni polo semplice dà un termine $\frac{a_m}{\Delta - \rho_m}$; ogni polo multiplo dà $\sum_n \frac{a_{mn}}{(\Delta - \rho_m)^n}$; ogni punto essenziale isolato dà $\sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{a_{mn}}{(\Delta - \rho_m)^n}$; ogni punto essenziale non isolato

resta rappresentato da un termiue consimile più i termini corrispondenti ai punti singolari del suo intorno, opportunamente ordinati; ogni singolarità all'infinito è rappresentabile con $\sum_n a_n \Delta^n$. Sommando tutti questi termini, sono rappresentate tutte le singolarità della funzione; quindi — salvo dare, nel caso d'infiniti gruppi di termini, l'ordinamento opportuno — la funzione stessa è rappresentata come sopra identicamente. Risulta allora

$$G(t) = \sum_n a_n F u^{(n)}(t) + \sum_{m,n} a_{mn} e^{\rho_m t} j(-n, t) \qquad [55]$$

donde si deduce

$$f(\Delta) V(t) = \sum_n a_n V^{(n)}(t) + \sum_{m,n} a_{mn} \int_0^\infty e^{\rho_m \theta} \frac{\theta^{n-1}}{(n-1)!} V(t-\theta)\, d\theta \qquad [56]$$

Il primo termine di questo sviluppo rappresenta una vera somma di derivate quando l'indice n si arresta a un valore finito; nel caso di una serie infinita, cioè nel caso che $f(\Delta)$ abbia un punto essenziale all'infinito, sono da tener presenti le osservazioni fatte sopra. Si cercherà in ogni caso di decomporre, se possibile, in termini aventi funzioni esponenziali $e^{h\Delta}$ come fattori, per applicare a questi fattori l'interpetrazione diretta. Se ciò non basta valgono sempre le regole generali; s'investigherà quindi l'andamento di $f(\Delta)$ nelle direzioni $\Delta = \pm i\infty$, da cui dipende il significato operativo del termine in questione.

41. — SVILUPPI COMPLETI DI FUNZIONI MULTIFORMI. - Può accadere che $f(\Delta)$, senza più essere uniforme, sia ancora rappresentabile in tutto il piano con uno sviluppo della forma di cui sopra,

Digitized by Google

ma procedente per esponenti non interi. Non tutte le funzioni algebriche o trascendenti non uniformi sono rappresentabili in questa guisa, ma lo sono quelle la cui superficie di Riemann soddisfa a particolari condizioni.

Valgono allora le stesse formole e stesse espressioni, salvo figurarvi le funzioni $j(n,t)$ a indice frazionario, e le derivate a indice frazionario, da valutarsi con le regole date al § 8.

42. — SVILUPPI PER SERIE DI LAURENT. - Sia $f(\Delta)$, o un suo ramo, regolare in un intorno del punto $\Delta = \infty$, questo punto escluso o no. Si può formare allora uno sviluppo di Laurent

$$f(\Delta) = \sum_{-\infty}^{+\infty} a_n \Delta^n \qquad [57]$$

valevole nel detto intorno. Facendo procedere lo sviluppo per indici qualunque si può anche includere il caso di un gruppo di rami con punto di diramazione in $\Delta = \infty$.

Vi corrisponde

$$G(t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} a_n j(n,t) \qquad [58]$$

e questa serie è convergente per qualunque valore di t. Però essa è propriamente valida quando è limitata nel senso delle n positive, cioè quando il limite superiore è un numero finito invece che $+\infty$; altrimenti, l'interpetrazione della parte positiva è soggetta alle cautele già enunciate.

L'applicazione più importante è al caso di una $f(\Delta)$ che si annulli per $\Delta = \infty$; e a questo possono essere ridotti la maggior parte dei casi praticamente importanti, portando fuori una funzione Δ^N ovvero $e^{h\Delta}$ come fattore. Si ha allora uno sviluppo procedente per sole potenze negative (intere o a indici qualunque); cioè

$$f(\Delta) = \sum \frac{a_m}{\Delta^m}$$

a cui corrisponde

$$G(t) = \left\{ \sum a_m \frac{t^{m-1}}{\Gamma(m)} \right\} \text{ per } t > 0 \qquad [59]$$

Questa dà una funzione propria sotto forma di sviluppo assolutamente convergente.

Digitized by Google

43. — SVILUPPI ASINTOTICI. - Le serie rigorosamente convergenti possono riuscire, per certi valori di t, di convergenza così lenta da non essere atte al calcolo. Si possono allora in generale sostituirle con altre serie, ultimamente divergenti, ma dotate di convergenza iniziale e atte a dare, prendendo un numero limitato di termini, una determinata approssimazione sul risultato.

Per esempio, uno sviluppo della $G(t)$ ottenuto sotto la forma $\sum_0^\infty a_m \frac{t^{m-1}}{\Gamma(m)}$ riesce improprio al calcolo per valori grandi di t, perchè i termini fino a un certo ordine vanno crescendo, così che la serie inizialmente diverge. Invece in uno sviluppo per potenze negative $\sum_0^\infty \frac{c_m}{t^m}$, quando t è grande, può essere che i primi termini decrescano, salvo poi a divergere ultimamente; arrestando la serie, per ogni valore di t, al termine che riesce più piccolo, si ha un valore che può rappresentare la funzione con un errore relativo che tende a zero col crescere di t; la serie costituisce allora uno *sviluppo asintotico* della funzione medesima.

Rientrerebbero in questa categoria gli sviluppi divergenti usati da Heaviside. Dal confronto dei risultati che questo autore ha ottenuto, sembra potersi indurre che, almeno in molti casi, la serie asintotica per $G(t)$ si ottiene sviluppando $f(\Delta)$ sotto altra forma che non quella valevole nell'intorno di $\Delta = \infty$. Per esempio, l'operatore $\frac{1}{1+\sqrt{\Delta}}$ può essere sviluppato nelle due serie seguenti, delle quali la prima convergerebbe fuori e la seconda entro il cerchio $(\Delta) = 1$ di modo che solamente la prima sarebbe atta al calcolo rigoroso di $G(t)$:

$$\frac{1}{1+\sqrt{\Delta}} = \begin{cases} = \Delta^{-\frac{1}{2}} - \Delta^{-1} + \Delta^{-\frac{3}{2}} - \Delta^{-2} + \dots \\ = 1 - \Delta^{\frac{1}{2}} + \Delta - \Delta^{\frac{3}{2}} + \dots \end{cases}$$

Le corrispondenti serie per $G(t)$, risultano

$$G(t) = \begin{cases} = \frac{1}{\sqrt{\pi t}} - 1 + 2\sqrt{\frac{t}{\pi}} - t + \frac{4}{3}\sqrt{\frac{t^3}{\pi}} \\ \text{per } t > 0 \quad = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{t} - \frac{1 \cdot 3}{4}\frac{1}{t^2} + \dots\right) \end{cases}$$

La seconda vale come sviluppo asintotico della funzione definita dalla prima serie.

Digitized by Google

PARTE IV.

RISOLUZIONE DEL TERZO PROBLEMA DI VALUTAZIONE.

§ 11. — Teoria generale.

44. — Il terzo problema, o problema della valutazione generale, consiste nella ricerca di un'espressione contenente tutte le costanti o funzioni arbitrarie atte a dare, mediante specializzazione, tutte le possibili valutazioni particolari corrispondenti a un operatore dato. Questo problema si presenta fisicamente nelle ricerche sulle oscillazioni libere dei sistemi, sui fenomeni di risonanza, sugli stati variabili che seguono ad azioni impresse preesistenti. La risoluzione rigorosa di esso implicherebbe una discussione matematica troppo estesa per poter venire esposta qui; mi limiterò a indicare il metodo pratico per la ricerca della soluzione, senza entrare nella difficile investigazione sulla generalità completa dei risultati che si ottengono.

Premetto un principio a cui si può ricondurre tutta la teoria delle valutazioni generali.

Sia Θ l'operatore $f(\Delta)$ e siano $W_1(t)$ e $W_2(t)$ due qualunque valutazioni particolari di $\Theta[V(t)]$. La differenza $W_1(t) - W_2(t) = U(t)$ rappresenta, in virtù della legge additiva, una valutazione di $\Theta[0]$; e il segno 0 è messo qui fra parentesi, per far vedere che nel risultato si prescinde dalla proprietà additiva, chè altrimenti sarebbe $\Theta 0 = 0$. Per esempio, due qualunque valutazioni particolari di $\frac{1}{\Delta} V(t) = \int V(t)\,dt$ danno per differenza una costante arbitraria C, che si può indicare con $\int 0 \,.\, dt$, ovvero $\frac{1}{\Delta}[0]$. Segue che avendo una valutazione particolare $W_1(t)$ e aggiungendo la funzione $U = \Theta[0]$, presa con tutti i suoi elementi arbitrari, si ottiene la valutazione generale $W(t)$. Questa può dunque venire espressa da

$$W(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\theta) V(t-\theta)\,d\theta + U(t) \qquad [60]$$

Però, scritta sotto questa forma, la $W(t)$ non soddisfa alla proprietà additiva: annullandosi identicamente V, non si annulla W necessariamente. Per molte applicazioni questa soluzione non additiva ha bensì un significato fisico. Ma quando si richieda una solu-

Digitized by Google

zione generale espressa sotto forma additiva, basta osservare che per $G(t)$ vale lo stesso ragionamento come per $W(t)$; quindi scrivendo

$$G_0(t) = G(t) + U(t)$$

si ha in $G_0(t)$ l'espressione più generale di $G(t)$. Risulta dunque data da

$$W(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(\vartheta) + U(\vartheta) \mid V(t-\vartheta)\, d\vartheta \qquad [61]$$

la soluzione richiesta; questa è altrettanto generale quanto la precedente, in quanto contiene gli stessi elementi arbitrari, ma soddisfa alla condizione additiva.

Sotto qualunque forma dunque, il problema della valutazione generale si riduce alla ricerca della funzione caratteristica $U(t) = \Theta[0]$, di un simbolo $\Theta = f(\Delta)$ assegnato.

§ 12. — Calcolo della funzione caratteristica.

45. — Secondo la teoria precedente, la differenza fra due $G(t)$ particolari qualunque dà una funzione $U(t)$. Siano dunque due $G(t)$ espresse mediante la formola [29], la diversità essendo ottenuta con la diversa scelta del percorso d'integrazione. La differenza fra le due risulta dall'integrale esteso al percorso risultante, che è un percorso chiuso qualunque. Si dica dunque c una linea qualunque chiusa nel piano complesso. L'integrale

$$\int_c f(\omega)\, e^{\omega t} d\omega$$

dà un'espressione della $U(t)$ corrispondente all'operatore $f(\Delta)$. Questa $U(t)$ non è ancora la più generale possibile, ma si può generalizzarla come segue. Partiamo dalla definizione $U(t) = f(\Delta)[0]$. La funzione nulla, cioè lo zero, si può sviluppare in esponenziali: infatti, sia $Z(\omega)$ una qualunque funzione, olomorfa entro un contorno c; si ha

$$\int_c Z(\omega)\, e^{\omega t}\, d\omega = 0 \qquad [62]$$

e il primo membro di questa equazione dà lo sviluppo richiesto Operando con $f(\Delta)$ risulta

$$f(\Delta)[0] = \int_c Z(\omega)\, f(\omega)\, e^{\omega t} d\omega \qquad [63]$$

Digitized by Google

e questa formola è più generale della precedente, perchè contiene la $Z(\omega)$ arbitraria, sotto la sola condizione di olomorfismo entro c. Il risultato apparentemente contiene infinite costanti arbitrarie, quelle che entrano nella determinazione di $Z(\omega)$; ma non sempre tutte queste arbitrarie hanno influenza effettiva nel risultato. Per esempio se $f(\omega)$ è anch'essa olomorfa in c, il risultato è identicamente nullo qualunque sia Z. Si vede di qui che una f trascendente intera non dà mai una funzione $U(t)$ diversa da zero; quindi rappresenta sempre un'operazione univoca.

46. — Le applicazioni più facili sono al caso di $f(\Delta)$ uniforme. Allora l'espressione più generale di $U(t)$ si trova assumendo come linea c il cerchio all'infinito del piano, e quindi come funzione $Z(\omega)$ una trascendente intera indeterminata. Con la notazione dei residui si scrive allora

$$U(t) = \mathop{\mathfrak{C}}_{\omega} Z(\omega) f(\omega) e^{\omega t} \qquad [64]$$

Questa espressione si può sviluppare anche nella somma dei residui relativi ai punti singolari. Posta $f(\Delta)$ sotto la forma

$$f(\Delta) = \sum_{n} a_n \Delta^n + \sum_{m,n} \frac{a_{mn}}{(\Delta - \rho_m)^n}$$

e osservando che un termine $a_n \Delta^n$ dà contributo nullo, un termine $\frac{a_n}{(\Delta - \rho)^n}$ dà $e^{\rho t}(c_0 + c_1 t + \ldots c_{n-1} t^{n-1})$ con le c costanti effettive arbitrarie, e che i termini con lo stesso ρ non danno risultati distinti, si ha in ultimo

$$U(t) = \sum_{m} e^{\rho_m t}(c_{m0} + c_{m1} t + \ldots + c_{m,n-1} t^{n-1}) \qquad [65]$$

La funzione $U(t)$ risulta così sempre analitica.

PARTE V. — Riassunto delle conclusioni.

Problema propostoci: Data un'espressione $f(\Delta)$, dove $\Delta = \frac{\partial}{\partial t}$, e la $f(\ )$ è un segno di funzione analitica a coefficienti costanti, associare ad essa un significato tale che in qualunque combinazione della forma

$$f(\Delta) V(t)$$

Digitized by Google

sia permesso trattare Δ come se fosse una quantità numerica (1). Si suppone che $V(t)$ sia una qualunque funzione non analitica, propria o impropria, arbitrariamenie data, della variabile reale t, e soggetta alla sola condizione di essere integrabile in ogni intervallo finito e di coincidere con la derivata del proprio integrale. Si vuole che il risultato dell'operazione sia anch'esso una funzione di t, esistente nel campo reale e soggetta alle stesse condizioni.

Si è trovato che il problema ammette una o infinite soluzioni, a seconda che $f(\Delta)$ è funzione intera o no, ma si riduce a soluzione unica, aggiungendo la così detta condizione fondamentale, precisata nel § 7; la soluzione così determinata è quella che interessa la fisica, e ad essa unicamente facciamo allusione in questo riassunto. Essa è data dalla formola seguente:

$$f(\Delta)V(t) = \lim_{\substack{\alpha=0 \\ T=\infty}} \frac{1}{2\pi i} \int_C d\omega \int_{-T}^{+T} f(\omega) \frac{e^{\omega t}}{e^{\omega \tau}} Q(\alpha, \omega) V(\tau)\, d\tau$$

In questa formola, C indica il semicerchio infinito di destra del piano complesso ω, percorso da $\omega = -i\infty$ sino a $\omega = +i\infty$, e la funzione $Q(\alpha, \omega)$ è un fattore di convergenza che ha il valore limite 1 e si introduce solo per evitare casi di apparente indeterminazione nel risultato. La formola è sempre valida, e i passaggi al limite possono venire omessi entrambi quando non siano necessari per assicurare la convergenza.

Formalmente, cioè ammettendo nella forma più generale l'uso delle funzioni improprie, la formola si scrive così:

$$f(\Delta)V(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(t-\tau) V(\tau)\, d\tau$$

dove

$$G(t) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{\alpha=0} \int_e f(\omega)\, Q(\alpha, \omega)\, e^{\omega t}\, d\omega$$

(1) Ciò implica che $f(\Delta)$ rappresenti un'operazione funzionale distributiva, e porta come conseguenza la relazione $\Delta V(t) = V'(t)$, nonchè l'altra $e^{h\Delta} V(t) = V(t+h)$, tanto nel campo analitico quanto nel campo non analitico.

Digitized by Google

La funzione $G(t)$ è stata chiamata la funzione generatrice dell'operazione $f(\Delta)$; essa risulta funzione propria o impropria a seconda che $f(\pm i\infty)$ è nulla o no; nel primo caso l'operazione è diffusiva.

Lo studio di una qualunque operazione $f(\Delta)$ si riduce alla discussione della rispettiva funzione G. Questa discussione è stata fatta nei §§ 5, 8 e 11, e ne risultano le seguenti

REGOLE PER LA VALUTAZIONE DI UNA $f(\Delta)$ ARBITRARIAMENTE DATA:

Decomporre l'espressione $f(\Delta)$ in termini e fattori semplici finchè è possibile. Tener presente che i termini o fattori delle forme $e^{h\Delta}$, Δ^N, Δ^{-N}, etc., (1) sono d'interpetrazione diretta. Tener presente che ogni termine $C(\Delta-\rho)^s$ dà un termine $Ce^{\rho t}j(s;t)$ nella funzione generatrice. Applicare anche il teorema di trasposizione, e i metodi di sostituzione, per semplificare ulteriormente. Assunta così una $f(\Delta)$ ridotta alla forma più semplice possibile, considerare il comportamento della $f(\Delta)$ nell'intorno di $\Delta=\infty$, dopo avere, nel caso di $f(\Delta)$ multiforme, preso a parte all'uopo tutti quei rami o gruppi di rami che si separano nell'intorno di $\Delta=\infty$, ognuno dei quali definisce un'operazione funzionale diversa. Sono allora da distinguere i casi seguenti:

CASO PRIMO: $f(\infty)=0$. - Allora operazione diffusiva; escludendo il caso che il punto ∞ sia logaritmico, si può sviluppare $f(\Delta)$ sotto la forma $\sum\frac{c_n}{\Delta^n}$, lo sviluppo procedendo per indici tutti positivi, interi o no. E si ha

$$G(t)=\begin{cases}=0 & \text{per } t\leq 0\\ =\sum c_n\,\dfrac{t^{n-1}}{\Gamma(n)} & \text{per } t>0\end{cases}$$

donde

$$f(\Delta)\,V(t)=\sum\int_0^\infty c_n\,\frac{\theta^{n-1}}{\Gamma(n)}\,V(t-\theta)\,d\theta$$

CASO SECONDO: $f(\Delta)$ per $\Delta=\infty$ abbia singolarità polare semplice. Allora si può scrivere:

$$f(\Delta)=a_N\Delta^N+a_{N-1}\Delta^{N-1}+\ldots\quad a_0+\frac{a_{-1}}{\Delta}+\frac{a_{-2}}{\Delta^2}+\ldots$$

(1) Con la lettera N indico sempre un intero positivo qualunque.

Digitized by Google

e si ha

$$G(t) = a_N F u^{(N)}(t) + \dots \quad a_0 F u(t) + \left\{ a_{-1} + a_{-2} t + a_{-3} \frac{t^2}{2!} + \dots \right\}$$
per $t > 0$

donde

$$f(\Delta) V(t) = a_N V^{(N)}(t) + \dots \; a_0 V(t) + \int_0^\infty (a_{-1} + a_{-2}\vartheta + \dots) V(t-\vartheta)\, d\vartheta$$

CASO TERZO: $f(\Delta)$ per $\Delta = \infty$ divenga algebricamente infinita in modo qualunque. Allora si ponga $f(\Delta) = \Delta_N f_0(\Delta)$, dove N è tale che $f_0(\Delta)$ rientra nel caso primo; e l'interpetrazione è ridotta a quella del caso primo, l'operazione Δ^N essendo interpetrabile direttamente. Oppure, se possibile, si forma uno sviluppo come quello del caso secondo, ma procedente per indici non interi.

CASO QUARTO: $f(\Delta)$ sia esponenzialmente infinita nell'intorno di $\Delta = \infty$, in modo da poterla mettere sotto la forma $f(\Delta) = e^{h\Delta} f_1(\Delta)$, ovvero piu in generale $f(\Delta) = \sum e^{h\Delta} f_1(\Delta)$, dove le $f_1(\Delta)$ rientrano nei casi precedenti. Allora, con queste forme di sviluppo, tenendo conto dell'interpetrazione diretta dei simboli $e^{h\Delta}$, il problema è ancora ricondotto ai casi precedenti.

CASO QUINTO: $f(\Delta)$ per $\Delta = \infty$ abbia singolarità trascendente e non riconducibile alle esponenziali. Sono da applicare allora i criteri generali, partendo dall'investigazione diretta del comportamento asintotico nelle direzioni $\Delta = \pm i\infty$.

Indipendentemente da queste regole, sono da tentare, nei casi singoli, sviluppi della $f(\Delta)$ in serie di potenze, di polinomi, di frazioni razionali, di funzioni esponenziali, etc., i quali, opportunamente scelti, possono condurre talvolta più direttamente al risultato. Qualunque sviluppo dà un risultato valido, quando sia convergente sul semicerchio C o su una linea ad esso riconciliabile, condotta da $\Delta = -i\infty$ fino a $\Delta = +i\infty$; la convergenza e l'andamento nel campo delle Δ reali, invece non hanno importanza alcuna.

Sia ad esempio $f(\Delta) = \dfrac{1}{1 - e^{h\Delta}}$: quando h è negativo, conviene lo sviluppo $1 + e^{h\Delta} + e^{2h\Delta} + \dots$; quando h è positivo, conviene lo sviluppo $-e^{-h\Delta} - e^{-2h\Delta} - e^{-3h\Delta} + \dots$ (questo esempio è preso dai problemi di propagazione elettrica nelle linee). In ogni caso, in fisica, si deve tener conto del problema da cui un operatore prende origine per trovare lo sviluppo più appropriato.

Digitized by Google

*
* *

Dal complesso di queste ricerche segue la possibilità di far uso degli operatori $f\left(\frac{d}{dt}\right)$ nella forma più generale, con la certezza di ottenere risultati sempre interpetrabili; di qui un metodo di calcolo che si fonda nell'assoggettare il simbolo $\frac{d}{dt}$ (tutte le volte che si trovi in combinazione a parametri costanti) a tutte le stesse operazioni e regole che valgono per gli ordinari simboli, rappresentativi di quantità numeriche.

Segue che, data un'equazione, o un sistema di equazioni, lineari a derivate parziali (1) a coefficienti costanti, l'integrazione, sotto le consuete condizioni determinanti della fisica matematica, si ottiene risolvendo algebricamente rispetto alle incognite con lo stesso procedimento, come se l'operatore $\frac{d}{dt}$ fosse un moltiplicatore numerico; il risultato simbolico è interpetrabile con le regole qui riassunte. Il procedimento si estende alla risoluzione di qualunque problema riducibile a equazioni funzionali lineari contenenti operazioni *normali* (cioè operazioni commutabili con la derivazione rispetto a t). L'applicazione di questo sistema di calcolo in elettrodinamica permette di dare la risoluzione immediata di tutti i quesiti relativi a correnti e forze elettromotrici variabili in qualunque sistema non soggetto a isteresi, quando sia conosciuta la soluzione del quesito corrispondente per correnti e forze elettromotrici costanti.

La memoria che fa seguito a questa e che presento alla Sezione di Roma nella stessa data della presente, contiene le applicazioni ai problemi della propagazione elettrica, che interessano particolarmente la telegrafia e la telefonia.

(1) Per i sistemi a derivate ordinarie la proprietà era già conosciuta.

Digitized by Google

N. 40.

RICERCHE MAGNETICHE E OTTICHE SU ALCUNI COLLOIDI MAGNETICI

MEMORIA

letta dal **Dott. O. SCARPA** *nel IX Congresso dell'A. E. I. in Firenze nella Seduta dell'11 ottobre 1905.*

Sebbene le ricerche sulle proprietà fisiche e chimiche dei colloidi abbiano avuto negli ultimi anni un enorme sviluppo (1) corrispondente all'importanza che mano a mano assunsero queste singolari sostanze, le cognizioni rimasero così incomplete e confuse, da non permetterci ancora di dedurre con chiarezza e con sufficiente approssimazione l'intima conoscenza dello *stato colloidale;* cosicchè appare evidente la necessità di nuovi e più vasti studi sperimentali.

Io mi rivolsi alle proprietà magnetiche, che per i colloidi finora rimasero ignote, perchè il loro studio mi sembrò molto promettente in causa degli intimi legami con la costituzione molecolare. Ma in tale occasione, e pur con lo scopo di conoscere più intimamente le sostanze in esame, volli anche eseguire delle serie sistematiche e parallele di misure, sperando di ricavare copiosi frutti dalle discussioni comparative; proposito non inutile, poichè ricerche di tal natura mancano completamente, mentre esse sono necessarie per le sostanze colloidali in causa della variabilità che a loro è specifica.

Il presente lavoro riguarda però soltanto una parte ben piccola (e purtroppo non sempre completa!) del programma prefissomi, poichè disgraziatamente dovetti troncare troppo presto le misure; ma i risultati furono talvolta così singolari, che stimai opportuno di darne ampia relazione; e a questa ho creduto interessante di premettere un breve studio riassuntivo e critico, riferendomi specialmente ai colloidi inorganici.

---

(1) La letteratura scientifica conta ormai più di 500 lavori sulle proprietà fisico-chimiche dei colloidi; esclusi cioè gli studi con indirizzo puramente biologico!

Ma purtroppo alcuni sono condotti con grossolano empirismo e i loro risultati spesso discordi causano gravissime difficoltà allo studioso.

Io eseguii le seguenti ricerche nel Laboratorio di fisica del R. Istituto di studi superiori di Firenze, e le terminai nel Laboratorio di elettrotecnica della R. Scuola superiore politecnica di Napoli.

Sento quindi il dovere di rivolgere al prof. Antonio Ròiti e al prof. Luigi Lombardi, nei cui Laboratori ho lavorato e studiato, i più vivi ringraziamenti.

Digitized by Google

Lo stato colloidale.

1. Colloidi, secondo Graham (1), sono i corpi le cui soluzioni sono incapaci (2) di diffondersi attraverso alla pergamena, proprietà questa la più nota benchè molte altre siano di essi caratteristiche.

Tutti i colloidi, infatti, possono esistere nelle due forme di *sol* e di *gel;* simile l'una alle soluzioni liquide, e l'altra alle gelatine.

I *gel,* che spesso si chiamano pure *coaguli*, sembrano costituiti da reticolati (o meglio nebulose) di materiali solidi, con celle piene di liquidi e di ampiezza enorme rispetto alle dimensioni molecolari.

Fra le ragioni favorevoli a tale ipotesi, ricordo, oltre alle apparenze ultra-microscopiche da me osservate (3), che le conducibilità elettriche e le velocità degli joni degli elettroliti disciolti in acqua e assorbiti dai *gel,* le velocità di diffusione, e le velocità di reazione delle sostanze assorbite dai *gel,* sono in generale dello stesso ordine di grandezza di quelle nelle corrispondenti soluzioni acquose (4).

I *sol* hanno invece l'apparenza di soluzioni vere, ossia sono liquidi trasparenti e limpidi, ma spesso opalescenti.

L'ipotesi più accreditata è che i *sol* consistono in sospensioni di tenuissime particelle in un mezzo liquido; le particelle possono raggiungere la grandezza di poche centinaia di molecole semplici, e da taluni si considerano persino come complessi molecolari nel senso chimico: esse si chiamano in generale *granuli* o *micelle* (5).

---

(1) NERNST, *Theoretische Chemie*, 1893, pag. 305. — GRAHAM, *Phyl. Mag.*, 23, 1862; *Liebig's Ann.*, 121, 1862; *Ann. de Chim. et Pys.*, 3, 1864.

(2) Veramente tale proprietà non è seguita rigorosamente da tutti i colloidi, fenomeno già osservato da Graham.

I cosiddetti *semicolloidi* (destrina, albumina, acido molibdico, tannino, ecc.), specialmente, attraversano debolmente pur il setto del dializzatore.

(3) *Una semplice disposizione per le osservazioni ultramicroscopiche*, ecc., in *Archivio di fisiologia*, Firenze, 2, 1905.

(4) NERNST, *Theoretische Chemie*, loc. cit. È su questi fenomeni che è fondato l'uso di accumulatori e pile a liquido immobilizzato, o a elettrolito solido; l'uso delle *gelatine secche* nella fotografia, delle gelatine esplosive nell'industria degli esplosivi, ecc.

(5) Il Duclaux (JACQUES D., *Recherches sur les substances colloidales*, Laval, Barnéoud, 1904, pag. 34) espone invece la ipotesi secondo cui un colloide (sol) è una gelatina *estremamente rigonfia,* cioè le particelle formano un *sistema coerente* mescolato al solvente; contro a questa ipotesi si possono elevare molte obbiezioni, di cui alcune persino ovvie.

Per indicare l'ordine di grandezza delle particelle, ricordo che riferendoci al peso dell'atomo d'idrogeno, il peso medio di quelle di amido è circa di 25000 (BROWN e MORRIS, *Chem. Centr.*, 1889), quelle d'idrato ferrico circa 6000 (GLADSTONE e HIBBERT, *Phyl. Mag.*, 1889), quelle di acido silicico circa 49.000 (SABANIEFF, *Chem. Centr.*, 1891), ecc.

Digitized by Google

2. I *sol,* se riparati dall'azione di agenti estranei, si mantengono inalterati per un tempo lunghissimo e ancora indeterminato; ossia la gravità non causa la separazione dei granuli.

Secondo alcuni, la ragione di questo fenomeno va ricercata nell'attrito del liquido che ha certamente azione enorme su particelle così minute e con superficie estesissime rispetto alla massa; ma certamente deve pur cercarsi nei moti Browniani (1) nelle azioni capillari e ancora nelle azioni elettriche fra le cariche dei granuli, per cui si stabilisce un equilibrio con le forze che li sollecitano ad addensarsi verso il fondo del recipiente.

Da queste ultime cause deve evidentemente risultare pure la proprietà diffusiva dei granuli, e infatti il Graham e altri autori notarono tale fenomeno, che io pure ho avuto occasione di osservare chiaramente in moltissimi casi.

E, io ho perfino trovato che la centrifugazione continuata per 12 ore a 2500 giri, non ha azione sensibile su taluni idrosol, mentre in altri produce soltanto un leggero addensamento dei granuli alla periferia e non mai la separazione completa.

Ma di queste ricerche che pur estesi alle soluzioni vere, darò una relazione particolare appena mi sarà possibile di completarle con un certo rigore.

3. I granuli sono dotati di movimenti vibratori vivissimi (moti Browniani) la cui origine, secondo alcuni, dipende solo da azioni termiche, secondo altri dagli urti delle molecole del mezzo liquido (azioni cinetiche-molecolari), e infine da azioni capillari, e molto probabilmente pur da azioni elettrocapillari derivanti dalle singole cariche elettriche distribuite sui granuli.

Questi possiedono, infatti, delle cariche; che certi autori vogliono attribuire a joni degli elettroliti le cui traccie sono contenute nel sol, e che si associano ai granuli; e altri anche a una vera dissociazione elettrolitica di cui pure la sostanza dei granuli sarebbe capace.

Tali cariche sono positive in alcuni colloidi (elettro-positivi) e negative in altri; e si manifestano causando il movimento dei granuli nei campi elettrici. È poi alla loro esistenza che pare intimamente legata l'origine dei sol, e a loro variazioni il fenomeno della *coagulazione,* cioè la trasformazione dei sol in gel.

4. Questa trasformazione, spesso irreversibile, è, in verità, il fenomeno più caratteristico dei colloidi, e forse, io credo, il solo che può servire per distinguerli radicalmente dalle sostanze solubili nel modo ordinario.

---

(1) LEHMANN, *Molekularphysik,* Leipzig, 1888, vol. I, pag. 265.

Digitized by Google

La coagulazione può avvenire per variazioni di temperatura (gelatine, albumine, in qualche ossido di ferro di Graham, ecc.) o per azioni elettriche; e infatti, in generale, quando si mescolano a un sol delle sostanze ionizzate, o si produce una conveniente alterazione nel grado di dissociazione delle sostanze jonizzabili contenute nel sol (azioni di speciali radiazioni, ecc.) questo si trasforma in gel.

Alcuni autori, anzi, esposero una teoria secondo cui la coagulazione avviene soltanto quando i granuli divengono elettricamente neutri, per compensi con le cariche degli joni causanti il fenomeno.

5. Ma effettivamente la trasformazione di un sol in un gel non è soltanto un cambiamento di stato fisico, poichè il gel ha probabilmente *sempre* una composizione chimica diversa dal sol, come spesso fu dimostrato dall'analisi (1).

Molti attribuiscono tale fenomeno all'assorbimento che il gel esercita rispetto alle sostanze presenti all'atto della coagulazione, o che sussistono poi in presenza del coagulo, mentre altri, e forse con più ragione, lo attribuiscono a combinazioni nel senso chimico a cui però noi, salvo in qualche raro caso, non abbiamo ancora saputo applicare le leggi delle proporzioni definite.

L'apparente invalidità di questa legge può talvolta attribuirsi alla impossibilità di ottenere dei dati sperimentali precisi, poichè il gel, piuttosto che di un'unica sostanza chimicamente definita, sembra risulti da aggregati di granuli non omogenei, e di cui solo alcune molecole, e in numero non determinato, variano di composizione all'atto della coagulazione, mentre l'analisi a noi rivela soltanto la sua composizione media. Ma secondo alcuni tale invalidità è invece una proprietà specifica delle combinazioni che costituiscono i gel, ciò che potrebbe pur accordarsi con lo stato singolare di variabilità chimica dei coaguli.

6. E a tal proposito devo ricordare la generale proprietà che è dei gel (e forse pure dei granuli dei sol) di assorbire parzialmente, e con grande energia, le sostanze che si trovano disciolte nelle soluzioni in cui essi sono immersi.

Si formano così, fra il gel e queste sostanze, delle unioni non definite da rapporti semplici, variabili e instabili, a cui Van Bemmelen (2) (che le sottopose a vastissimi studi) diede il nome di *Combinazioni di assorbimento* (*Absorptionsverbindungen*).

---

(1) Vedi per es. in DUCLAUX, nota citata.

(2) Gli studi del VAN BEMMELEN sono esposti in 23 note pubblicate nell'ultimo ventennio specialmente nei: *Recueil des travaux chim. des Pays Bas*, *Zeitschrift f. Anorganische Chemie*, e *Zeitschrift für Phys. Chemie*.

Digitized by Google

7. Ricordo ancora che la instabilità di alcuni sol (1) è grandissima quando i granuli sono pressochè neutri elettricamente, e che Perrin (2) ha ultimamente dimostrato che solo i liquidi buoni ionizzanti sono capaci di costituire i solventi delle soluzioni colloidali.

Da molti venne pur osservato, e il Perrin ha ultimamente confermato, che gli agenti della coagulazione sono gli joni con il segno elettrico opposto a quello del colloide; e che il potere coagulante cresce enormemente al crescere della valenza degli joni attivi.

Io poi ho pur dimostrato, ma per ora solo in pochi casi, che ha grande influenza la tensione di dissociazione dell'elettrolita coagulante (3).

Ma non soltanto gli elettroliti causano la coagulazione, bensì si influenzano mutuamente anche i colloidi con opposto segno elettrico, e allora il coagulo consiste di aggregati misti di granuli.

8. Sembra quindi cosa non dubbia che la coagulazione abbia origine elettrica, e secondo la geniale ipotesi di Bredig (4) corrisponde a una diminuzione della carica dei granuli per cui si accresce la tensione della superficie di separazione fra il granulo e il liquido che lo avviluppa, e ne segue (per i contatti casuali dei granuli) la formazione dei coaguli elementari.

Questi cadono, quindi, e si addensano al fondo, poichè oltre a possedere rispetto ai granuli una maggior massa a parità di superficie, sono generalmente sprovvisti dei moti browniani, i quali, evidentemente, favoriscono la diffusione anche se contraria all'azione del peso.

Ma pur ammessa l'ipotesi elettrocapillare dei moti Browniani, la loro assenza per i coaguli non dimostra però la completa neutralizzazione dei granuli costituenti ogni coagulo elementare, poichè, in causa dell'enorme loro numero, la risultante delle azioni elettriche e elettrocapillari può essere troppo piccola per vincere l'attrito del liquido e imprimere al coagulo il moto browniano; e, anzi, in un colloide (acetato basico di ferro) io ho persino osservato (5) che rompendo meccanicamente la compagine dei coaguli sprovvisti di moti browniani, i granuli (o i minuti e *ultramicroscopici* aggregati gra-

(1) Tale osservazione fu fatta da Hardy (*Proc. R. S.*, 66, 1899 e *Zeitsch. für Phys. Chem.*, 33, 1900) nell'albumina d'uovo, e da me in alcuni ossidi di ferro.

(2) *Journal de Chim. Phys.*, 3, 1905.

(3) Di questa ricerca che riguarda alcuni colloidi di Bredig, e qualche ossido di ferro darò fra breve una relazione a parte.

(4) *Anorganische Fermente*, Leipzig, Engelmann, 1901 Vedi pure PERRIN, loc. citato.

(5) *Archivio di fisiologia*, 1905, loc. cit.

Digitized by Google

nulari così liberati), riacquistavano i vivaci movimenti di cui prima della coagulazione erano forniti.

Ciò che forse potrebbe dimostrare (contrariamente all' ipotesi da qualcuno ammessa) che almeno in qualche caso si formano i coaguli senza che tutti i granuli divengano elettricamente neutri (1).

Mediante l'ultramicroscopio, ho sempre osservata la immobilità relativa dei granuli costituenti ogni coagulo, e, seguendo l'ipotesi elettro-capillare, si potrebbe esser tentati di portare pur tale fenomeno come prova della neutralizzazione dei granuli.

Ma io voglio far notare che la immobilità delle immagini anche ultramicroscopiche non corrisponde necessariamente alla immobilità dell'oggetto, poichè essa indica soltanto che la sua eventuale escursione è inferiore al limite di risoluzione del microscopio (2).

9. Se fosse possibile di rimettere i granuli costituenti un coagulo nelle primitive condizioni elettriche, potrebbe forse avvenire la riformazione del sol, ossia il fenomeno inverso alla coagulazione.

E chi si occupa di analisi chimica sa come certi precipitati colloidali divengono solubili e persino attraversano il filtro, quando con dei successivi lavaggi si liberano dall'azione degli elettroliti precipitanti.

Ma non sempre un tal fenomeno avviene, spesso soltanto una parte, e ancora più spesso tutto il coagulo è insolubile nel primitivo solvente.

10. Dirò ancora che non tutti i sol presentano lo stesso grado d' instabilità rispetto agli agenti elettrici; alcuni, come la gelatina liquida, la gomma arabica, l'amido, i peptoni, gli albuminoidi, ecc., coagulano ben difficilmente per l'aggiunta di elettroliti.

Tali colloidi furono, da Hardy, chiamati stabili; e hanno la proprietà di formare con gli instabili dei composti pur colloidali, ma dotati di notevoli stabilità.

Le combinazioni fra i due tipi di colloidi sono però così deboli, che gli instabili conservano quasi inalterate le loro singolari proprietà; e poichè il Bredig e molti altri sperimentatori hanno dimostrata la peculiare azione catalittica dei colloidi inorganici, Jean

(1) Talvolta ho pur osservato dei piccoli aggruppamenti di granuli (di solito costituiti da due punti luminosi) dotati di vivissimi moti; e tal fenomeno fu particolarmente frequente nella soluzione acquosa del precipitato ottenuto aggiungendo poche goccie di una soluzione in acqua di cloruro di sodio, a dell'acetato ferrico modificato a 100° in tubo chiuso.

(2) Evidentemente io non considero il caso, per noi improbabile in cui si abbia una escursione oscillatoria così rapida da dar origine ai fenomeni di impressione residua sulla retina.

Digitized by Google

Perrin (1) ha ultimamente proposto come modello di *diastasi* la combinazione di un colloide catalizzatore (per esempio, platino colloidale) con un colloide stabile (per esempio, gelatina).

Io qui accenno appena all'interesse teorico e pratico di tali studi sulle *diastasi;* la cui costituzione è in verità a noi ancora ignota benchè esse abbiano enorme influenza in tutti i fenomeni vitali e costituiscano anche il cardine di moltissime industrie.

I sol e le soluzioni.

11. Lungamente si è discusso, e tuttora si discute, se i sol sono da considerarsi sospensioni di particelle (liquide o solide) in un mezzo liquido, o piuttosto soluzioni di sostanze a gran peso molecolare.

Ma effettivamente nei riguardi delle cognizioni attuali esiste netta separazione fra lo stato di sospensione e quello di soluzione? Anzi, a quanto pare, i sol rappresentano lo stato intermedio.

α. Se si tratta di sospensioni grossolane, per differenziarle dalle soluzioni, può sembrare sufficiente la considerazione che, mentre la solubilità di una sostanza è una proprietà specifica per certi solventi, per le sospensioni l'attitudine a fornirle è semplicemente funzione della viscosità del mezzo; benchè effettivamente tale distinzione non sia molto rigorosa.

Ma invece l'attitudine a fornire i sol è, per una stessa sostanza colloidale variabile da liquido a liquido, come nelle comuni soluzioni.

Per esempio, io ho ottenuto delle sostanze colloidali solide (ossidi di ferro modificati) capaci di formare con l'acqua e con la glicerina dei sol molto stabili, ma assolutamente inette a formarne con l'alcool etilico, con l'alcool amilico, con l'etere, con il benzolo, col fenolo, con l'acido solforico, con l'acido cloridrico e con l'acido acetico concentrati.

β. I principali autori considerano invece come carattere delle soluzioni la pressione osmotica e le proprietà concomitanti: abbassamento del punto di gelo e della tensione di vapore del solvente.

Più avanti dirò dell'ordine di grandezza delle pressioni osmotiche, ecc., presentate dai sol, ma per ora mi basta far notare che, benchè manchi la prova sperimentale (ed è facile di assicurarsi che con i mezzi attuali essa è forse impossibile), mediante l'aiuto della teoria cinetica molecolare del calore, il signor Einstein (2) ha ultimamente dimostrato che la pressione osmotica, l'abbassamento del punto di gelo, ecc., sono proprietà peculiari non solo delle molecole dei corpi disciolti ma bensì pur *delle particelle sospese nei liquidi.*

(1) Loc. cit.

(2) *Drude's Annalen*, 17, 3, 1905.

Digitized by Google

γ. Altri autori dicono:

Una soluzione è un sistema fisicamente omogeneo, mentre un sol similmente a una sospensione è un sistema non omogeneo.

Ma si può osservare che, sebbene certamente tanto un sol che una sospensione non sono fisicamente omogenei, si può asserire che una soluzione è fisicamente omogenea?

Noi diciamo che un sistema è *omogeneo,* nel senso di *fisicamente omogeneo,* quando tutte le sue particelle fisicamente elementari *appaiono* egualmente costituite (1). Ora l'esperienza ci permise ultimamente di vedere con i metodi ultramicroscopici delle particelle singolari pur nelle sospensioni le più fini (e nei sol), mentre non riuscimmo mai a vederne nelle soluzioni; ma si può ragionevolmente pensare che ciò dipenda piuttosto che dalla loro inesistenza, dalla insufficienza dei mezzi sperimentali.

E difatti il Lobry de Bruyn (2) dimostrò ultimamente, mediante il fenomeno di Tyndall (3) pur la inomogeneità delle soluzioni vere di sostanze a elevato peso molecolare; e, assieme allo Spring, ammise senza restrizioni che usando fasci luminosi di sufficiente intensità debbano similmente comportarsi anche le soluzioni *otticamente vuote.*

Ma pur senza di ciò (poichè forse è necessaria una conferma dei risultati del de Bruyn) la teoria cinetica-molecolare delle soluzioni, ha ormai tanta probabilità di rappresentare esattamente il fatto fisico, che piuttosto che sistemi fisicamente omogenei, le soluzioni debbono considerarsi come sistemi mediamente o discretamente omogenei, e per ciò, a tal riguardo, non differenti dai sol e dalle sospensioni grossolane.

Solamente l'ordine di grandezza delle particelle fisicamente differenti dal mezzo è diverso nei due casi; e mentre nelle soluzioni esse sono costituite singolarmente da una molecola del corpo disciolto, e spesso da discreti aggregati di molecole associate ad altre del solvente, e anche talvolta da joni semplici o complessi e pur associati con molecole del solvente; nelle soluzioni colloidali e nelle sospensioni ogni particella consiste di enormi aggregati, variabili

(1) Vedi a tal proposito: MAX PLANCK, *Vorlesungen über Thermodynamik,* Leipzig, 1905, pag. 44.

(2) *Rec. des travaux chim. Pays Bas* (LOBRY DE B. et WOLFF), 23, 1904. Furono sperimentate soluzioni di: saccarosio, raffinosio, glucosio sciolti in acqua; eteri benzilati della mannite, della dulcite e del raffinosio sciolti in alcool metilico, in cloroformio e in etere acetico.

(3) *Sulla formazione delle nebbie,* ecc. in *Cambridge Phyl. Soc. Proc.,* 2, 1869; *Sul colore azzurro del cielo,* ecc. in *Phyl. Mag.,* 37, 1869. Una letteratura estesissima sul fenomeno di Tyndall si ha in *Spring, Bull. Ac.,* Belgique, 1900.

Digitized by Google

in grandezza, di molecole del corpo dianzi solido, pur associati con molecole e con joni del mezzo (1).

E, pur ammettendo la teoria di Mendéleeff (2) per cui le soluzioni sono composti chimici, definiti, instabili, liquidi, ma *parzialmente dissociati*, non vengono alterate nella linea generale le precedenti conclusioni.

Mi sembra poi superfluo di avvertire che io ho qui inteso di parlare di *modelli* fisici, ciò che del resto è per noi sufficiente.

δ. Si potrebbe ancora pensare alle cosidette azioni attrattive del solvente per il corpo disciolto, le quali a noi si rivelano con variazioni di energia (variazioni di volume, emissione di calore, ecc.), all'atto della soluzione o della diluizione; io soltanto dirò che fenomeni analoghi (sviluppo di calore) si osservano pure per le sospensioni e le soluzioni colloidali (3).

ε. In quanto alla pressione osmotica, all'abbassamento del punto di gelo, ecc., ricorderò che furono sperimentalmente misurati, e persino alcuni autori calcolarono, mediante questi dati sperimentali, il peso molecolare (o meglio il *peso granulare medio*) del colloide disciolto, ottenendo risultati abbastanza concordanti (4).

Mi pare quindi che per nessuna delle precedenti ragioni si possa stabilire una separazione netta fra le soluzioni colloidali e le vere, ma invece ne risultino delle differenze graduali; esiste però nei sol

(1) Come nei sol si hanno contemporaneamente particelle nuotanti di grandezza diversa, è noto che pur nelle soluzioni possono esistere contemporaneamente molecole con diversi gradi di associazione e di dissociazione.

(2) MENDÉLÉEFF, *Principes de Chimie*, B. Tignol, Paris, 1895, vol. I.

(3) In questo campo si hanno le ricerche di Wiedemann e Ludekind (*Wied. Annalen*, 25, 1885) e si deve pur pensare alle analogie col fenomeno di Pouillet (calore sviluppato quando si bagnano polveri di sostanze inerti).

(4) Vedi NERNST, *Theoretische Chemie*, loc. cit.; ARTHUR MULLER, *Die theorie der Kölloide*, Deuticke, Leipzig, 1903; JEAN BILLITZER, *Sitz. b.*, Wien, 111, 1902, ecc. Per indicare l'ordine di grandezza di tali p. o. ricordo che Pfeffer (*Osmotische untersuchungen*, Leipzig, 1877) trovò che mentre una soluzione di zucchero all'uno per cento dava una p. o. di cm. 51,8 di mercurio, una soluzione di gomma arabica della stessa concentrazione dava cm. 6,9 di mercurio con una membrana di ferro-cianuro ramico; con una membrana di pergamena (e perciò permeabile ai cristalloidi) trovò per una soluzione di colla al sei per cento: cm. 21,3 di mercurio.

In quanto agli abbassamenti del punto di gelo, e più ancora della tensione di vapore, è facile di vedere che ammessi (come si deduce in alcuni casi mediante le p. o.) dei pesi molecolari dell'ordine di 10000, o anche minori, in causa della enorme diluizione che è condizione necessaria per l'esistenza dei sol, tali quantità non sono in generale praticamente misurabili. E quindi spesso non hanno alcun significato fisico i risultati (positivi o negativi) di molti sperimentatori.

Digitized by Google

il fenomeno della coagulazione comune con le sospensioni, e a cui manca completamente l'analogo nelle soluzioni.

Si può fondare su di esso la differenza fra i due stati o piuttosto anche tale fenomeno non deriva dalla diversità fra l'ordine di grandezza delle particelle sospese e quello delle particelle del mezzo?

Il fatto è che fenomeni analoghi alla coagulazione si osservano anche in certi miscugli e in emulsioni di sostanze le quali sono pur capaci di fornire delle soluzioni vere (1).

I colloidi e la legge delle fasi.

12. Si è pur lungamente discusso se le soluzioni colloidali sono da considerarsi come sistemi monofasi o polifasi, e invano si cercò di applicare ai sol e ai gel le leggi di Gibbs, dimenticando però che la legge delle fasi, nella forma classica, non è valida quando le superficie di separazione fra le singole fasi assumono rispetto alle masse valori superiori a certi limiti discreti, mentre le distanze fra le particelle costituenti il sistema sono di ordine finito.

E tale (come dimostrarono le osservazioni ultramicroscopiche) è il caso delle soluzioni colloidali.

In altre parole, poichè la ipotesi fondamentale su cui è basata la deduzione della legge delle fasi, nella sua più semplice espressione, è (2) che il potenziale termodinamico interno del sistema possa esprimersi esattamente mediante la forma

$$F = M_1 \varphi_1 + M_2 \varphi_2 + \ldots + M_n \varphi_n$$

ove $M_1, M_2, \ldots M_n$ sono le masse delle singole fasi, e $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n$ i singoli potenziali termodinamici interni per unità di massa, non potrà più esser valida la legge quando alla precedente espressione di F si debbano aggiungere i termini:

$$A_1 S_1 + A_2 S_2 + \ldots + A_n S_n$$

dove le A indicano delle funzioni della temperatura, della natura, dello stato e della densità del corpo limitato dalla superficie S.

Ossia la legge delle fasi è un difetto quando le azioni capillari fra le fasi (azioni di superficie) assumono dei valori notevoli rispetto a quelle delle masse (3).

---

(1) Vedi a tal proposito gli studi di Barus sullo stato colloidale nei gas e sulla formazione della nebbia, e quelli di Konowalow sull'opalescenza.

(2) P. Duhem. *Thérmodynamique et chimie.* Paris, Hermann, 1902, pag. 120.

(3) Questa osservazione sulla applicazione della legge delle fasi ai colloidi non fu ancora fatta da alcuno benchè essa discenda direttamente dalle trattazioni teoriche che con tanta limpidezza sviluppò il Duhem (senza però mai accen-

Digitized by Google

Ma forse nemmeno comprendendo nelle equazioni termodinamiche pur i termini relativi alle azioni di superficie sarà possibile di risolvere in generale i problemi relativi ai sol e ai gel, poichè a me sembra che dallo studio delle soluzioni colloidali risulti chiaramente la loro somiglianza con i sistemi il cui stato di equilibrio appartiene ai tipi chiamati dal Duhem *falsi equilibri reali.*

La trattazione in questo senso non fu, a quanto io so, da nessuno ancora iniziata, e perciò io ricordo soltanto che la termodinamica non è atta di risolvere tali problemi, ove nelle equazioni classiche dell'equilibrio oltre ai termini dovuti alle azioni capillari (e in generale alle azioni di superficie) non si aggiungano pure altri termini speciali il cui significato è ampiamente svolto nei lavori di P. Duhem che dianzi ho citato; nei quali è pur nettamente tracciata la via per la nuova e più completa trattazione.

Preparazione dei sol; i colloidi e l'arte della tintura.

13. Prima di conchiudere, accennerò ancora brevemente alle condizioni generali che son necessarie per preparare i sol inorganici.

Si ottengono spesso dei sol quando si producono dei precipitati operando con soluzioni molto diluite (bleu di Prussia, solfuro di arsenico, ecc.) e in generale la lentezza con cui procede la reazione chimica è condizione favorevole.

Si ottengono dei sol quando con dei riduttori si liberano i metalli dalle soluzioni dei loro sali (argento dal nitrato di argento, ecc.); quando si rinforzano con aumenti di diluizione o di temperatura o con altri artifici le dissociazioni idrolitiche, e in tal caso si hanno talora gli ossidi e talora soltanto dei sali basici (idrossidi di ferro,

---

nare ai colloidi) nella *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (Paris, Hermann, 1896), e nei suoi due trattati: *Traité elémentaire de mécanique chimiques* (Paris, Hermann, 1899) e *Thermodynamique et chimie* (Paris, Hermann, 1902).

Io pensatamente volli mantenere ad essa la semplice forma con cui è espressa in quest'ultimo.

Qualcuno potrebbe ancora obbiettare che, per essa e per le premesse, non dovrebbe mostrarsi valida la legge delle fasi neppure per le soluzioni vere.

Non credo per ora possibile una risposta rigorosa ma mi par lecito di ricordare che anzitutto la legge delle fasi è una legge fisicamente approssimata, e che nel caso delle soluzioni si tratta di sistemi le cui monadi (molecole del solvente e del corpo disciolto) sono di ordini di grandezza non troppo differenti, come è invece il caso dei sol, e in cui perciò la omogeneità assume un grado assai elevato

Digitized by Google

di cromo, di alluminio, ecc., dalle soluzioni dei loro sali). E finalmente si preparano dei sol (metodo di Bredig) facendo scoccare degli archi elettrici fra due elettrodi immersi nell'acqua distillata, o con un metodo simile che talvolta io ho adoperato: producendo cioè con intense correnti elettriche l'evaporazione di sottilissimi filamenti metallici pure immersi nell'acqua distillata.

I precipitati ottenuti dai sol per coagulazione o evaporazione assumono talvolta la forma cristallina o lamellare; ma in generale hanno invece forma granulosa o gelatinosa o fioccosa se umidi, e grinzosa o granulare se secchi.

Sono caratteristici i vivi colori (oro, argento, ossidi di ferro, ecc.) di alcuni sol e la opalescenza (detta da alcuni *illuminazione laterale*); questa si distingue dalla fluorescenza poichè la sua luce è polarizzata linearmente e talvolta elitticamente, e quindi può estinguersi in tutto e in parte osservando con un nicol convenientemente orientato.

14. Termino volentieri questa breve esposizione dello stato colloidale accennando all'enorme interesse che il suo studio acquista per l'industria della tintoria.

Infatti non soltanto quasi tutte le sostanze che si tingono sono colloidi (fibre tessili animali e vegetali, carta, legno, ecc.) allo stato di gel, ma bensì lo sono pur un enorme numero (e secondo alcuni quasi tutte) delle sostanze coloranti.

Cosicchè, per esempio, la funzione finora oscura dei mordenti (che in generale sono sostanze con radicali polivalenti e perciò dotate di elevato potere coagulante) pare possa specificarsi come quella di un elettrolita capace di precipitare il colloide tingente nelle fibre del colloide supporto (che forse forma col mordente una *combinazione di assorbimento*), e in generale di rendere stabili le combinazioni (pur di assorbimento?) della sostanza colorante col suo supporto colloidale.

Ove la sostanza colorante sia colloidale, pare quindi che si otterranno delle tinture stabili solamente rendendo impossibile la rielettrizzazione dei granuli tingenti, e in generale si potrà tingere stabilmente una fibra soltanto quando i suoi granuli possiedano cariche elettriche opposte a quelle dei granuli della sostanza colorante.

Gli studi in questo senso furono iniziati appena lo scorso anno specialmente dal Biltz (1) in Germania, e promettono di riuscire del più grande interesse per la teoria e per la pratica dell'arte della tintura.

(1) *Nachrichten Kön. Gesell. Wiss. Göttingen.* 1. 1904.

Digitized by Google

Ricerche sperimentali.

Queste ricerche comprendono:

1° La misura delle suscettività magnetiche di circa 20 sostanze le cui proprietà (salvo per una) erano finora ignote.

Si tratta di colloidi inorganici che ho scelto fra quelli che, derivando dai metalli ferromagnetici, probabilmente dovevano presentare le suscettività in grado facilmente misurabile non ostante la enorme diluizione.

Alcune di queste sostanze furono ottenute con metodi non ancora descritti.

2° La misura del loro potere rotatorio magneto-ottico per la luce gialla di lunghezza d'onda media: 589 μ. μ.

3° Un'appendice destinata più che altro a specificare le proprietà fisico-chimiche delle sostanze dianzi esaminate, e comprendente:

a) i coefficienti di assorbimento per la luce determinati in otto regioni dello spettro visibile;

b) la misura della conduttività elettrica;

c) la misura della densità;

d) il senso del trasporto elettrico e lo studio di alcune caratteristiche relative;

e) l'apparenza delle stesse sostanze e dei loro coaguli, mediante la osservazione col metodo microscopico e coll'ultra-microscopico;

f) la determinazione quantitativa dei principali elementi che le costituiscono; e alcune osservazioni relative alla intensità con cui presentano il fenomeno di Tyndall e ad altre loro singolari proprietà.

Le misure che raggruppai in questa appendice mi diedero tuttavia dei risultati spesso interessanti per la teoria generale delle soluzioni colloidali.

15. L'analisi chimica delle sostanze da me studiate non presenta speciali difficoltà se lo scopo principale è di dosare il metallo che contengono; ma diverrebbe assai ardua qualora si volesse determinare (nell'ordinario senso chimico) la costituzione molecolare dei granuli.

Infatti in causa dei fenomeni di assorbimento rispetto alle sostanze disciolte nello stesso mezzo (che talvolta furono considerate come impurità!), così variabili, mal definiti, e tuttavia così energici; si rimane spesso dubbiosi se i radicali acidi o basici, o i residui di materia estranea che l'analisi rivela quasi sempre esistenti nei colloidi, sieno realmente combinati con la sostanza predominante seguendo la legge delle combinazioni definite; o piuttosto non si tratti di quelle combinazioni cosidette di assorbimento, labili e variabili a cui ho già accennato.

Digitized by Google

Come esempio basta ricordare il colloide che comunemente si chiama ossido di ferro dializzato (ossido di Graham); esso fu lungamente studiato di Graham, Sabanieff, van Bemmelen, ecc., e tuttavia è ancora ignoto se deve considerarsi come un ossicloruro di ferro, o come un ossido di ferro al quale sia unito sotto la forma di combinazione di assorbimento una quantità variabile di cloruro o di qualche ossicloruro di ferro (1).

Più semplice invece è il caso dei colloidi che si preparano facendo scoccare l'arco elettrico fra due elettrodi dello stesso metallo tenuti immersi nell'acqua distillata; e invero qui la costituzione molecolare dei granuli (salvo le influenze delle eventuali impurità del metallo) può avere soltanto l'ossigeno, l'idrogeno e il metallo cimentato come elementi.

Ma disgraziatamente tali soluzioni sono sempre così diluite, e le particelle del coagulo così finemente suddivise, che ne risultano gravi difficoltà sperimentali; tanto più che non si può ammettere *a priori* (almeno in generale) che il coagulo anche se apparentemente spontaneo, o il *residuo dell'evaporazione* abbia esattamente la composizione (grado di ossidazione e di idratazione) dei granuli dianzi nuotanti nel liquido; e che *tutti* questi sieno egualmente costituiti.

Il Bredig che primo studiò estesamente tali colloidi ammette che si tratti di particelle metalliche per l'oro, il platino e il palladio, mentre per l'argento riconobbe una parziale ossidazione ciò che egli pur ammise nei colloidi di nichel, ferro e cobalto. E così pure l'Ehrenhaft (2) parla di granuli d'oro e di idrossidi di nichel, di ferro e di cobalto, ma senza suffragare coll'esperienza le sue affermazioni.

Tuttavia le mie misure magnetiche e magneto-ottiche diedero degli indizi notevoli pur sulla costituzione chimica dei granuli dei colloidi di Bredig.

Le proprietà magnetiche.

Le proprietà magnetiche delle soluzioni colloidali furono studiate dal Wiedemann (3) per quel solo tipo di colloidi di ferro che si ottengono nella idrolisi a freddo delle soluzioni di cloruro, di nitrato, di solfato, di acetato e di tartrato ferrico e si comprendono col nome di ossidi di Graham.

---

(1) Il Nicolardot (*Annales chim. et phys*, VI, 1905) ha ultimamente dimostrato che in tal caso si tratta del sale cloridrico di uno speciale ossido di ferro proveniente dalla condensazione di parecchie molecole dell'idrato ferrico normale.

(2) *Wiener Anz.*, 39, 1902 e *Drudes Ann.*, 11, 1903.

(3) *Poggendorff Annalen.* 1865-1868-1878.

Digitized by Google

Tale studio ebbe origine nel corso delle sue belle ricerche magnetiche, poichè allora egli ebbe occasione di osservare tali variazioni del momento magnetico specifico di alcuni sali di ferro disciolti in acqua al variare della concentrazione, che per darne ragione dovette pensare alla esistenza di forti dissociazioni idrolitiche, e in tale ipotesi trovò che il valore del *magnetismo specifico* (1) del ferro contenuto nell'ossido sotto alla forma colloidale è circa un quinto di quello che compete al ferro contenuto nel sale disciolto.

Il Wiedemann trovò per il magnetismo del colloide lo stesso coefficiente di temperatura proprio dei sali di ferro, e non osservò, e forse nemmeno ricercò, mai variazioni del magnetismo specifico al variare della intensità del campo induttore, e tanto meno fenomeni di isteresi.

Oltre alle ricerche di Wiedemann la letteratura scientifica non contiene nessun altro studio sulle proprietà magnetiche dei colloidi; e il solo Ehrenhaft (2) che ultimamente preparò alcuni colloidi di ferro, nichel e cobalto col metodo di Bredig, accenna alla loro separazione dal solvente mediante un campo magnetico.

Egli però non specifica le condizioni sperimentali, e in generale il suo risultato non fu confermato dalle mie ricerche.

Io eseguii le misure della suscettività magnetica dei colloidi chimici di ferro noti fino al presente (ferro di Graham e ferro di Péan de S. Gilles) e estesi le esperienze ad alcuni altri dello stesso tipo che ho ottenuti con metodi non molto differenti. Studiai quindi i colloidi preparati col metodo elettrico di Bredig usando elettrodi di ferro, nichel, cobalto, manganese, cromo e vanadio e per solvente dell'acqua distillata.

---

(1) Il Wiedemann chiama magnetismo specifico di una sostanza, il momento magnetico indotto nella unità di massa della sostanza, dall'unità di campo.

Poichè la suscettività magnetica corrisponde invece al momento indotto nella unità di volume della sostanza dal campo unitario, indicando con δ la densità della sostanza, la suscettività magnetica K è eguale al prodotto del magnetismo specifico M, nel senso di Wiedemann, per la densità; cioè:

$$K = \delta M$$

Il Wiedemann chiama poi *magnetismo molecolare* il prodotto del magnetismo specifico per il peso molecolare della sostanza. Credo subito però di dover notare che, siccome il peso molecolare dell'ossido colloidale è a noi ignoto, e anzi probabilmente esso varia enormemente da soluzione a soluzione, e persino nella stessa soluzione, non è possibile di calcolare per il colloide il *magnetismo molecolare*.

(2) *Wien. Anzeiger*, 39. 1902.

Digitized by Google

Ho determinate le suscettività col metodo e gli strumenti che già descrissi ampiamente nelle mie note sulla suscettività magnetica dell'acqua (1) e che ho scelto e studiato appunto per le presenti misure.

Tale metodo infatti mi sembrò molto adatto per i colloidi specialmente in causa delle loro speciali proprietà (viscosità, facilità a coagulare, ecc.) per cui sarebbe stato forse impossibile di adoperare il metodo di Quincke; e poichè inoltre è notevole, come già dimostrai, la precisione, la sensibilità e il rigore di cui è capace.

Ricordo brevemente che esso consiste nel misurare con una bilancia la componente verticale della forza che si esercita su un tubo cilindrico, pieno della sostanza in esame, quando le sue estremità si trovano in campi di intensità molto differenti.

Se con H_1 e H_2 (e H_1 è maggiore di H_2) si indicano questi valori, e con S la sezione interna del tubo, con K la suscettività magnetica della sostanza, e con P la differenza delle variazioni apparenti di peso del tubo pieno e vuoto della sostanza fra le condizioni di campo uniforme ($H_1 = H_2$) e di campo variabile ($H_1 > H_2$), si ha:

$$Pg = \frac{1}{2} K S (H_1^2 - H_2^2)$$

ove g indica il valore della accelerazione della gravità.

Nel mio caso il campo di intensità H_1 era generato nell'intraferro di una elettrocalamita di tipo Weiss munita di espansioni cilindriche con la faccia estrema piana avente il diametro di 72 mm., e distanti 26 mm., e quindi, come ho già dimostrato nelle note sulla suscettività dell'acqua, esso in un largo intorno della estremità inferiore del tubo, aveva distribuzione uniforme.

Il campo di intensità H_2 corrispondente all'altra estremità del tubo, aveva un valore inferiore a un duecentesimo di H_1; il tubo aveva la sezione:

$$S = 1{,}647 \pm 0{,}002 \text{ cm}^2$$

e la lunghezza di 30 cm., e la misura del campo H_1 fu fatta con un errore assoluto mai superiore a otto millesimi del valore totale.

L'errore relativo della suscettività calcolata in valore assoluto, poteva raggiungere al massimo $\frac{17}{1000} + \frac{dP}{P}$ per ogni misura, del

(1) *Atti del R. Istituto di Inc.* Napoli. 1905; *L'Elettricista.* 1905; *Il Nuovo Cimento.* 1905.

Digitized by Google

quale circa $\frac{12}{1000}$ competono agli errori portati dai campioni (condensatore, cassette di resistenza, spirale indotta, ecc.) adoperati e il rimanente agli errori occasionali portati dalle letture delle deviazioni del galvanometro. Nel presente caso è l'ultima parte dell'errore relativo totale che va specialmente presa in considerazione; essa varia a seconda dei valori della variazione di peso P misurata, e si può calcolarla ricordando che la sensibilità della bilancia era costantemente di 30 mm. della scala (lettura col metodo di Poggendorff, cannocchiale a un metro dallo specchio) per lo squilibrio di un milligrammo nei piatti, e la sua costanza fu almeno eguale a $\pm$ 1 millimetro della scala, cioè circa a $\pm$ 0,03 mmg.

Sperimentai con valori del campo H_1 compresi fra 2000 e 6000 Gauss percorrendo generalmente dei cicli chiusi, la correzione necessaria per la disuniformità del campo (1) fu di appena $+\frac{2,9}{1000}$ del valore di K; l'azione del campo sul tubo di vetro vuoto fu compresa fra $+0,00060$ grammi per $H_1 = 2000$ e $+ 0,00180$ grammi per $H_1 = 6000$ Gauss.

Durante ogni esperienza la temperatura variò al massimo di uno o due decimi di grado (in senso crescente) e tutte le misure su ogni colloide furono eseguite a temperature costanti entro al grado; la temperatura ambiente variò nella serie completa da $+ 10^0$ a $+ 30^0$.

Ricordo che adoperando questo stesso metodo ho trovato per l'acqua il valore della suscettività contro all'aria

$$K = -0,804.10^{-6} \text{ a } 22^0$$

come media di 28 esperienze eseguite in condizioni differenti, e con l'errore probabile inferiore a *uno per mille;* tale valore in misura assoluta deve assumersi con un errore positivo non superiore a *uno per cento.*

Ritengo inutile di ridurre i seguenti risultati a valori rispetto al vuoto (1), e quando sarà il caso indicherò l'errore relativo massimo probabile del quale possono essere affetti.

Oltre alla suscettività magnetica delle soluzioni colloidali, mi interessava pur di conoscere il magnetismo specifico del colloide disciolto, e perciò lo dedussi applicando la nota relazione addittiva fra il magnetismo specifico M della soluzione e quelli M_1 e M_2 dei componenti (acqua e colloide).

(1) Vedi nelle mie note citate sulla suscettibilità magnetica dell'acqua.

Digitized by Google

Evidentemente in tale calcolo, se si vuole assegnare un chiaro significato fisico al valore di M_2, si suppone implicitamente la esistenza di un solo tipo di granuli; ipotesi arbitraria, spesso contrariata dall'esperienza (colloidi di Bredig), e che permette quindi di calcolare soltanto un valore medio e *sui generis* per il colloide.

La validità della legge addittiva rispetto ai fenomeni di induzione magnetica nelle soluzioni, fu già dimostrata in molti casi da Wiedemann (1) e ultimamente confermata, con qualche restrizione, dalle ricerche di Königsberger (2). Se con m_2 si indica la massa della sostanza disciolta nella massa M_1 di solvente, si ha perciò:

$$(m_1 + m_2)\, M = m_1\, M_1 + m_2\, M_2$$

da cui riferendosi a una massa totale eguale a 100 si deduce:

$$M = \left(1 - \frac{m_2}{100}\right) M_1 + \frac{m_2}{100} M_2$$

e ricordando che in generale: $M = \frac{K}{\delta}$

è facile di dedurre il valore di M_2 dai risultati sperimentali.

Nelle seguenti tabelle riporto alcuni dei risultati più caratteristici che ho ottenuto nella lunga serie delle misure magnetiche; e poichè talvolta è interessante di discutere i valori del momento magnetico specifico (M_2) della sostanza disciolta calcolato col metodo ora indicato, credo utile di ricordare che se con K e K_1 si indicano rispettivamente le suscettività della soluzione e dell'acqua pura, l'errore massimo possibile relativo $\left(\frac{dM_2}{M_2}\right)$ di cui può essere affetto il magnetismo specifico è approssimativamente dato da:

$$\frac{dM_2}{M_2} = \frac{dK + dK_1}{K - K_1} + \frac{dm_2}{m_2}$$

ossia, poichè in generale $\frac{dK}{K}$ e $\frac{dK_1}{K_1}$ raggiungono al massimo $\frac{1}{100}$, si può assumere che M_2 sia dato coll'approssimazione relativa:

$$\frac{dM_2}{M_2} = \frac{1}{100}\,\frac{K + K_1}{K - K_1} + \frac{dm_2}{m_2}$$

ove i due termini del numeratore vanno presi con segno positivo.

(1) *Poggendorff Annalen*, 126, 1865.
(2) *Wiedemann Annalen*, 66. 1898.

Digitized by Google

Colloid

SOSTANZA	Concentrazione g. in 100 g. di soluz.	Ordine delle misure	Temperatura	Intensità del campo H	Suscettività del sol K
Ferro 1	0,0109 *Fe*	1	27,5	5595	$-0{,}471\ 10^{-6}$
		2	27,8	4448	− 0,421 „
		3	28,0	5609	− 0,453 „
		4	28,2	4444	− 0,388 „
Ferro 2	0,0166 *Fe*	1	12,8	5917	− 0,574 „
Nichel 1	0,03142 *Ni*	1	29,2	4511	+ 0,491 „
		2	29,4	5407	+ 0,330 „
		3	29,4	4471	+ 0,537 „
Nichel 1	„	1	29,3	2399	+ 0,941 „
		2	29,5	3207	+ 0,621 „
		3	29,7	4522	+ 0,311 „
		4	29,9	5642	+ 0,164 „
		5	30,0	4522	+ 0,353 „
		6	30,1	3123	+ 0,765 „
		7	30,1	1995	+ 1,360 „
		8	30,2	2012	+ 1,320 „
		9	30,3	3251	+ 0,685 „
		10	30,3	4516	+ 0,343 „
		11	30,4	5486	+ 0,176 „
Nichel 2	0,01393 *Ni*	1	28,6	5539	− 0,428 „
Cobalto 1	0,00984 *Co*	1	28,3	4484	− 0,736 „
		2	28,5	4484	− 0,738 „
		3	28,6	5463	− 0,716 „
		4	29,0	4518	− 0,732 „
Cobalto 2	0,0104 *Co*	1	28,2	4549	− 0,745 „
		2	28,5	5442	− 0,741 „
		3	28,5	4515	− 0,748 „

Digitized by Google

di Bredig.

Magnetismo specifico del colloide M_2	HM_2	OSSERVAZIONI
+ 2970. 10^{-6}	16,6	Dipendenza di K da H e isteresi notevole.
+ 3430 „	15,3	
+ 3140 „	17,6	
+ 3740 „	16,6	
+ 2684 „	15,9	Media di due misure. Presenta gli stessi fenomeni del precedente.
+ 4170 „	18,8	Dipendenza di K da H e isteresi; la soluzione è paramagnetica e al crescere di H tende a divenire diamagnetica.
+ 3650 „	19,7	
+ 4330 „	19,4	
+ 5610 „	13,5	Serie eseguita 24 ore dopo la precedente.
+ 4580 „	14,5	
+ 3600 „	16,8	
+ 3130 „	17,1	
+ 3730 „	16,9	
+ 5030 „	15,7	
+ 6950 „	13,9	
+ 6810 „	13,7	
+ 4780 „	15,5	
+ 3690 „	16,7	
+ 3160 „	17,3	
+ 2635 „	14,6	Media di due misure. Presenta pure isteresi e dipendenza di K da H.
+ 592 „	2,7	Dipendenza di K da H. Isteresi?
+ 573 „	2,7	
+ 798 „	4,4	
+ 633 „	2,9	
+ 474 „	2,2	
+ 502 „	2,7	
+ 445 „	2,0	

Digitized by Google

Colloi

SOSTANZA	Concentrazione g. in 100 g. di soluz.	Ordine delle misure	Temperatura	Intensità del campo H	Suscettività del sol K
Ossido di ferro secondo Graham 1	0,6945 Fe_2O_3 + 0.0327 Fe_2Cl_6	media di 4 misure	22,0	5525	— 0,438. 10^{-6}
Ossido di ferro secondo Graham 2	0,3885 Fe_2O_3 + 0,0164 Fe_2Cl_6	„	13,0	5550	— 0,394 „
Ossido di ferro dall'acetato A	0,2635 Fe_2O_3	„	22,2	5650	— 0,665 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles, dializzato B	0,2564 Fe_2O_3	medie di 2 misure	22,4 22,4	4518 5530	— 0,613 „ — 0,612 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles, dializzato C	0,1282 Fe_2O_3	„	22,4 22,6	4631 5671	— 0,697 „ — 0,697 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles D	0,0513 Fe_2O_3	„	11,7	5821	— 0,666 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles E	0,0659 Fe_2O_3	„	12,0	5412	— 0,672 „
Acetato basico di ferro	0,4104 Fe_2O_3	„	22,0	5895	— 0,449 „
Acetato ferrico	0,3883 Fe_2O_3	„	21,6	5762	— 0,512 „
Acetato ferrico	0,2626 Fe_2O_3	„	17,6	5615	— 0,589 „
Acetato ferrico modificato a 100° in tubo chiuso 1	0,1950 Fe_2O_3	1 2 3 4	18,2 18,2 18,3 18,4	4579 5514 5537 4536	— 0,516 „ — 0,531 „ — 0,527 „ — 0,518 „
Acetato ferrico modificato, id. 2	0,2475 Fe_2O_3	medie di 2 misure	18,1	5605	— 0,524 „
Acetato ferrico modificato, id. 3	0,2630 Fe_2O_3	1 2 3 4	18,3 18,3 18,3 18,3	4633 5625 5608 4643	— 0,453 „ — 0,463 „ — 0,462 „ — 0,450 „
Acetato ferrico modificato dializzato 3 mesi	0,1088 Fe_2O_3	medie di 2 misure	11,1 11,7	4614 5542	— 0,624 „ — 0,630 „
Cloruro ferrico in soluzione acida	2,6606 Fe_2Cl_6	media di 4 misure	11,0	5933	+ 1,764 „

Digitized by Google

chimici.

Magnetismo specifico del Fe_2O_3	Magnetismo specifico del Fe	OSSERVAZIONI
$+ 48{,}7 \cdot 10^{-6}$	$+ 69 \cdot 10^{-6}$	Preparato saturando il cloruro ferrico col carbonato ammonico. Nè isteresi, nè chiara dipendenza di K da H.
+ 104 „	+ 148 „	Preparato dializzato 5 mesi dell'ossicloruro di ferro lasciato per 12 mesi in contatto con dell'idrossido ferrico. Non isteresi e debolissima (?) dipendenza di K da H.
+ 51,2 „	+ 73 „	Nè isteresi, nè dipendenza di K da H.
+ 74 „	+ 105 „	Nè isteresi, nè dipendenza di K da H nei limiti sperimentati.
+ 74 „	+ 105 „	Esaminato dopo 12 mesi di dialisi.
+ 85 „	+ 121 „	Id. id.
+ 84 „	+ 120 „	
+ 302 „	+ 432 „	Non isteresi, ma leggera dipendenza di K da H. Vi è molto acido acetico mescolato col colloide.
+ 225 „	+ 321 „	Non isteresi, ma leggera dipendenza di K da H. Al colloide è mescolato un po' di acido cloridrico.
+ 89 „	+ 127 „	Nè isteresi, nè dipendenza di K da H.
+ 76 „	+ 108 „	Id. Il preparato è molto vecchio.
+ 86 „	+ 122 „	Id. Il preparato è recentissimo.
+ 152 „	+ 217 „	Non isteresi, ma notevole dipendenza di K da H.
+ 144 „	+ 203 „	
+ 146 „	+ 204 „	
+ 151 „	+ 217 „	
+ 117 „	+ 167 „	Id. id.
+ 137 „	+ 196 „	Non isteresi, ma notevole dipendenza di K da H.
+ 133 „	+ 190 „	
+ 133 „	+ 190 „	
+ 138 „	+ 197 „	
+ 179 „	+ 256 „	Non isteresi ma dipendenza di K da H.
+ 174 „	+ 249 „	
—	+ 274 „	Il magnetismo specifico del Fe_2Cl_6 è perciò $+ 94{,}9 \cdot 10^{-6}$ a 11°. La soluzione di acido cloridrico in cui è disciolto il sale ha la suscettività circa uno per 100 maggiore di quella dell'acqua distillata.

Digitized by Google

Risultati. — Riassumo brevemente i risultati di tali misure.

1. Tutti i colloidi (e intendo con ciò di indicare la sostanza disciolta o sospesa nel mezzo acqua) si mostrarono fortemente *paramagnetici* e anzi spesso *ferromagnetici* (1), mentre i sol corrispondenti sono generalmente diamagnetici, per l'azione preponderante dell'acqua.

Il magnetismo specifico è grandissimo per i colloidi di Bredig, e comparando tali valori con quelli dedotti da Meyer (2) per gli ossidi allo stato solido, si deduce una prima ragione per ammettere in essi l'esistenza anche di granuli metallici. Ciò che è in accordo con quest'altro indizio, che il colore dei sol di ferro così ottenuti varia con l'età, passando dal giallo-bruno verdastro al rosso-giallo, probabilmente per una lenta ossidazione.

2. *Colloidi di Bredig.* — Nei colloidi di Bredig (ferro, nichel e cobalto) ho trovato notevole dipendenza del magnetismo specifico (e quindi delle suscettività del sol e del colloide) dalla intensità del campo induttore (il fenomeno è incerto nel cromo e nel manganese e nullo nel vanadio); e ho riscontrata pur la presenza di magnetismo residuo, e quindi di isteresi, nel ferro e nel nichel (incerto nel cobalto, nullo negli altri).

Io ho portato come esempio un ciclo completo percorso da un colloide di nichel (fig. 1), il cui sol è talmente concentrato (ma tuttavia limpidissimo) da mostrarsi pur esso paramagnetico, cosicchè si osserva, in causa della curva di magnetizzazione del colloide contenuto, la diminuzione della sua suscettività al crescere del campo; cioè al crescere di H il sol da paramagnetico tende a divenire diamagnetico.

È facile di rendersi ragione di tal fenomeno osservando che la intensità di magnetizzazione del sol a noi appare come la somma di quelle dell'acqua e del colloide disciolto, e che per l'acqua essa cresce in valore assoluto (ma con segno negativo) proporzionalmente al campo induttore.

Tanto nel ferro che nel nichel il magnetismo specifico del colloide diminuisce al crescere del campo, ossia la magnetizzazione cresce più lentamente di questo; ma l'inverso avviene per il cobalto.

3. *Colloidi chimici.* — Le mie esperienze hanno esclusa la variazione di K al crescere di H da 4500 a 5500 unità nelle soluzioni

(1) Seguendo l'uso da alcuni adottato io chiamo *ferromagnetiche* le sostanze che presentano (similmente al ferro, al nichel, ecc.) la dipendenza della suscettività dalla intensità del campo induttore.

(2) Wiedemann, *Annalen*, LXIX, 1899.

Digitized by Google

di acetato ferrico e in quelle di acetati basici di ferro, lasciarono dubbia la presenza del fenomeno negli ossidi di ferro preparati secondo Graham, e la provarono notevole in due sol di ossido ferrico preparati secondo Péan de S. Gilles, e più ancora negli acetati di ferro modificati per l'azione del calore sotto forte pressione. In tal caso il magnetismo specifico del colloide diminuì al crescere di *H*.

4. Ma i limiti del campo entro a cui io ho potuto sperimentare sono così vicini che non è permesso di escludere (ma anzi per analogia è razionale di ammettere) pur nei colloidi di Graham, e negli acetati idrolizzati, un simile comportamento sensibile però a più ampie variazioni del campo; ciò che sarebbe interessante di confermare perchè la dipendenza della suscettività magnetica dalla intensità del campo induttore era stata finora ricercata invano nelle soluzioni, e l'Heydweiller nel suo recente lavoro critico (1) dimostra che, salvo in qualche caso (in cui esistono forti idrolisi), è agli errori sperimentali che si devono i risultati affermativi di alcuni fisici piuttosto che alla indiscutibile esistenza del fenomeno.

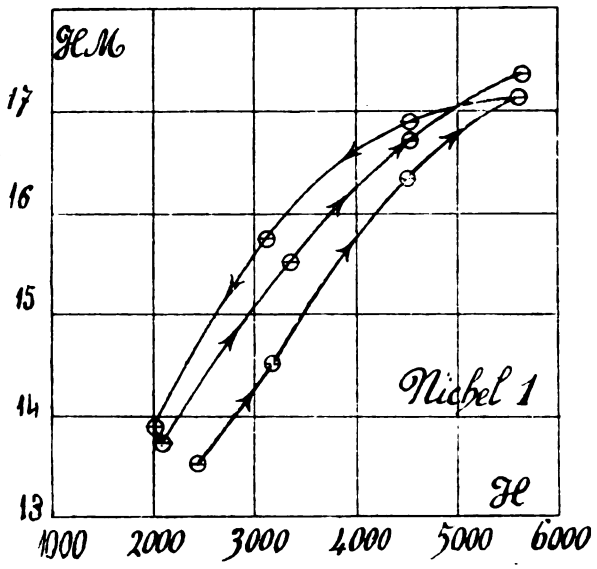


Fig. 1.

Io ricordo soltanto che mentre Silow (2) credette di trovare in alcune soluzioni di cloruro ferrico un marcato massimo della costante di magnetizzazione fra 0,3 e 0,4 unità del campo induttore, i dottori Gerosa e Finzi (3) trovarono la stessa costante crescente proporzionalmente al campo fra 0,1 e 1,1 unità C. G. S.; risultati che furono completamente contraddetti dalle accuratissime ricerche del profes-

(1) *Drude's Annalen*, XII, 1903. In questo pregevole lavoro vi è un'ampia bibliografia dell'argomento.

(2) P. Silow, *Wied. Annalen*, XI, 1880.

(3) G. Gerosa e G. Finzi, *Atti R. Acc. Lincei*, VI, 1890.

Digitized by Google

sore Lombardi (1) il quale sperimentò con campi crescenti da poche unità ad alcune migliaia, e pur dalle più recenti del Königsberger (2).

Tuttavia l'Heydweiller (3) discutendo e comparando i precedenti lavori dimostra che in alcune soluzioni acquose dei solfati ferrico, ferroso e manganoso, dei cloruri ferroso e manganoso, fra le intensità di campo 0,1 e 40000 unità, la suscettività della soluzione cresce effettivamente di circa il 30 per cento, fenomeno che secondo le teorie di Weber e di Ewing dovrebbe (come ben osserva l'Heydweiller) attribuirsi alla presenza di molecole complesse.

Se non che, la presenza in tali soluzioni di molecole saline così complesse da dar luogo agli aggruppamenti singolari dei magneti di Ewing, è cosa molto dubbia e contraddetta dalle misure di peso molecolare (abbassamento del punto di gelo, della tensione di vapore, ecc.) mentre invece è certa, in causa delle forti dissociazioni idrolitiche, la presenza dei granuli di ossidi o di sali basici allo stato colloidale.

Cosicchè dopo i precedenti risultati, e siccome questi granuli hanno costituzione simile anche a quella dei colloidi in cui ho osservato chiaramente il fenomeno, pare ragionevole di ammettere che da essi granuli derivi la dipendenza di K da H nelle soluzioni a cui ho accennato.

5. Si può ora ricercare di spiegarci perchè i granuli colloidali hanno il comportamento ferromagnetico.

Generalmente è ammesso che ogni molecola si deve considerare un magnete elementare di Ewing, e quindi che il ferromagnetismo dipende dalla complessità degli aggruppamenti molecolari (4), funzione che evidentemente potrebbe estendersi anche alle molecole di costituzione fortemente complessa.

E si può anche pensare che se per una data complessità degli aggruppamenti (5) (ognuno dei quali funziona da monade) il ferro-

(1) L. Lombardi, *Memorie R. Acc. Scienze*, Torino, 1896-1897.

(2) J. Königsberger, *Wied, Annalen*, LXVI, 1898.

(3) Nota cit.

(4) Ricordo che mentre il valore assoluto della suscettività sembra debba attribuirsi alla costituzione chimica e al volume molecolare, il comportamento ferromagnetico fu supposto dipendere dall'aggruppamento delle molecole nei complessi.

Vedi a tal proposito oltre il trattato *Die Lehre von der Elektricität*, III Band, del Wiedemann, e quello *Magnetic Induction in Iron*, ecc. dell'Ewing, il chiaro lavoro di Langevin (*Journal de Physique*, IV, 1905) sulle teorie elettrojoniche del magnetismo.

(5) Si chiamano *complessi molecolari* gli aggruppamenti di molecole capaci di funzionare da monadi. Credo inutile insistere sulle ragioni che conducono

Digitized by Google

magnetismo non è notevole, esso lo divenga quando, per una contrazione del complesso, le forze agenti fra i magneti elementari acquistino delle intensità sufficientemente elevate.

Ed è chiaro che la seconda ipotesi non esclude la prima.

Ora, e mi limito a considerare i colloidi chimici, non solo tutte le proprietà fisico-chimiche conducono ad ammettere assai grande la complessità degli aggregati molecolari costituenti i granuli colloidali, ma le mie osservazioni ultramicroscopiche (1), e quelle più recenti del Cotton (2), e pur il semplice fenomeno di Tyndall, mostrano anche un graduale aumento della grandezza granulare dai colloidi (acetati basici, ac. idrolizzati e colloidi di Graham) che non presentarono sensibili variazioni di K, a quelli (del tipo di S. Gilles) che le presentarono in grado molto notevole. E siccome gli studi di Péan de S. Gilles (3), di Bechamp (4) e di Scheuer Kestner (5) ecc., posero in evidenza la analoga composizione chimica di tali colloidi; le mie esperienze potrebbero costituire la prima prova sperimentale e diretta dell'intimo legame fra la complessità di aggruppamenti molecolari e il comportamento ferromagnetico delle sostanze.

Rispetto poi all'azione della complessità delle molecole, è da osservare che i risultati delle mie ricerche sulle rotazioni magneto-ottiche mostrano nettamente un aumento del potere rotatorio magnetico, parallelo all'accrescersi delle proprietà ferromagnetiche.

Ed è noto che gli studi fisico-chimici hanno già da tempo dimostrato che il potere rotatorio magnetico, in generale, aumenta col crescere della complessità molecolare.

Ma a tal proposito hanno forse maggiore importanza i risultati delle recentissime ricerche del Nicolardot (6) sulla costituzione dei colloidi dell'ossido ferrico.

Infatti, seguendo gli studi di Wirouboff e Verneuil (7) sugli os-

---

a ammettere la esistenza di tali complessi pur in alcune soluzioni e specialmente nei corpi solidi.

Si chiamano invece molecole complesse (o condensate) degli individui chimici provenienti dalla addizione (spesso incompleta) di molecole semplici; talvolta non esiste però alcuna distinzione ben netta fra *complessi molecolari* e *molecole complesse* trattandosi di unioni labili e non ben definite.

(1) *Archivio di fisiologia*, Firenze, II, 1905.
(2) *Comptes Rendus*, Paris, CXLI, 1905.
(3) *Annales de Chim. et Phys.*, XXXXVI, 1856.
(4) *Annales de Chim. et Phys.*, LVII, 1859.
(5) *Annales de Chim. et Phys.*, LVII, 1859.
(6) *Annales de Chim. et Phys.*, VI, 1905.
(7) *Bull. Soc. Chim.*, Paris, XXI, 1899.

Digitized by Google

sidi condensati, e sui loro sali, egli dimostrò l'esistenza di sei prodotti di condensazione dell'ossido ferrico, le cui combinazioni con gli acidi monovalenti costituiscono i granuli dei cosiddetti *ossidi di ferro colloidali*. Gli ossidi simili a quelli contenuti nei colloidi di Graham corrispondono a un tipo di condensazione in cui parecchie molecole d'idrossido ferrico si sommano con perdita di acqua; quelli invece contenuti nei colloidi di S. Gilles a un secondo tipo, ove si ha la condensazione di anidridi ferriche senza perdita di acqua; e ai secondi corrisponde una maggiore polimerizzazione molecolare.

Quindi, concludendo, poichè è certa la complessità delle molecole di tali colloidi, e siccome sono gli ossidi con costituzione più complessa quelli che mi mostrarono il più pronunciato comportamento ferromagnetico, sembra giustificato il ritenere di aver così raggiunta, non già la dimostrazione rigorosa, ma bensì la prima verifica sperimentale delle geniali intuizioni di Weber e di Ewing.

Però anche la seconda ipotesi può apparire confermata poichè, pur tralasciando i colloidi di Bredig la cui composizione chimica è speciale, nei colloidi chimici il magnetismo specifico cresce passando dal tipo di Graham a quelli di S. Gilles più ferromagnetici, e, per analogia con le relazioni fra magnetismo e volume atomico, si potrebbe supporre che le proprietà paramagnetiche aumentino al diminuire del volume molecolare.

Però invano io ho cercato di dimostrare tale contrazione, calcolando i volumi molecolari mediante le misure di densità dei sol; e ciò, sia in causa degli errori portati dalla grande diluizione, sia per la esistenza di sostanze estranee (acido acetico, sale non idrolizzato e sali basici meno complessi) in quantità non ben precisabili.

Cosicchè sembra improbabile che a variazioni di volume così deboli possa attribuirsi una sì grande influenza sul comportamento ferromagnetico del colloide (1).

6. Nel caso dei colloidi di Bredig il ferromagnetismo è assai più spiccato, e, contrariamente ai colloidi chimici, vi si riscontra quasi sempre la isteresi magnetica.

Questa non fu mai finora trovata nelle soluzioni, e invano il prof. Lombardi cercò accuratamente di scoprirla pur in quelle di cloruro ferrico fortemente magnetiche; ma la si scoprì invece in so-

(1) Ho trovato che la densità di alcuni acetati di ferro normali (che non presentano ferromagnetismo) non differisce più di 1 su 10000 dalla densità degli stessi dopo modificati, quando cioè hanno acquistato fortissime proprietà ferromagnetiche.

Digitized by Google

stanze solide debolmente magnetiche, e si volle allora, con una ipotesi spesso arbitraria, attribuirla alla presenza di traccie di ferro metallico (1).

Mi sembra quindi che sarebbe assai interessante la sua ricerca nei sol dei colloidi chimici che ho studiato, ove non è possibile ammettere la esistenza di ferro metallico. Si avrebbe così pur una prova sperimentale dei risultati teorici elegantemente dedotti dal Duhem (2).

7. Rispetto alle teorie dello stato colloidale è anzitutto notevole la incostanza dei valori assoluti del magnetismo specifico nei colloidi di Bredig pur ottenuti con eguali metodi e eguali prodotti, fenomeno che, sebbene in minor grado, si osserva pur nei colloidi chimici.

La prova dello stato variabile dei colloidi (talvolta *evolutivo,* secondo P. Duclaux) fu finora cercata per varie vie, ma le proprietà magnetiche così intimamente legate alla costituzione molecolare ne forniscono una prova più netta e ulteriore.

8. Infine nessuno dei colloidi che ho sperimentato accennò alla separazione dei granuli per azione dei campi magnetici con distribuzione disuniforme; ma non potei però escludere un loro leggero addensamento verso le regioni di massima intensità, addensamento che probabilmente pur avviene per le molecole saline: come dimostrò teoricamente il Duhem (3) e sperimentalmente lo Jamin nelle soluzioni di cloruro ferrico (4).

Ho invece trovato che se iniziavo la coagulazione del sol durante la sua permanenza nel campo magnetico i coaguli (*e non i granuli*) andavano a deporsi nelle pareti del recipiente in modo da disegnare gli spettri del campo.

Alcuni colloidi di ferro, di nichel e di manganese ottenuti col metodo di Bredig mi mostrarono specialmente tal comportamento.

9. È ancora interessante di ricordare il fenomeno presentato da un colloide di S. Gilles (*B* e *C*) il quale dopo una dialisi prolun-

(1) Vedi le ricerche di Manzetti e Sella, *Atti della Accademia Gioenia di Catania;* XIII.

(2) *Comptes Rendus,* Paris, CVI, 1888.

(3) *Annales Ecole Normale,* 3, VII, 1890.

(4) *Comptes Rendus,* Paris, XLII. Veramente il prof. Righi (*Nuovo cimento,* III, 1878) mediante un metodo interferenziale non confermò i risultati di Jamin, ma credette di attribuirli alle eventuali differenze di concentrazione preesistenti nella soluzione.

Vedi pure le esperienze di Colardeau: *Journal de Phys.,* VI, 1887.

Digitized by Google

gata 12 mesi, durante la quale aumentò la diluizione, diminuì il suo magnetismo specifico e il comportamento ferromagnetico, avvicinandosi così al ferro di Graham a cui del resto si approssimò pur con le altre proprietà.

La rotazione magneto-ottica.

La rotazione magneto-ottica delle soluzioni colloidali (e in essa non comprendo evidentemente i fenomeni di birotazione scoperti dal Majorana) non diede ancor occasione a studi speciali (1).

Io eseguii tutte le misure con una elettrocalamita (2) di Weiss perfettamente eguale a quella che mi servì nelle ricerche di suscettività, ma munita di espansioni tronco coniche forate colle superfici affacciate piane; e alla quale adattai un eccellente polarimetro di Laurent col disco diviso in mezzi gradi, e il cui nonio permette di leggere il minuto primo.

Adoperai sempre la luce gialla emessa dal vapore di cloruro di sodio portato all'incandescenza con un doppio bruciatore di Bunsen, e mi servii di una vaschetta parallelepipeda con le due lastre opposte di vetro a faccie parallele, che con una semplice disposizione potevo porre in posizione invariabile rispetto al campo magnetico.

Tali lastre erano disposte normalmente all'asse del campo, avevano lo spessore di circa 2 mm. e distavano 10,779 mm. a + 7°.

Usai pure talvolta un'altra vaschetta simile ma con lo spessore di 13,430 mm. che adattai a un ellettromagnete di Faraday.

Le faccie terminali delle espansioni polari dell'elettrocalamita di Weiss distavano 16 mm., avevano il diametro esterno di 25 mm., e 10 mm. quello del foro centrale.

Con lo stesso metodo adoperato per lo studio del campo magnetico nelle mie misure di suscettività dell'acqua, ne determinai la distribuzione (3) pur con queste espansioni, e così ho trovato che

(1) Nella letteratura scientifica ho trovata una sola nota dovuta a Bates (*American Ass.*, 1901) intitolata: *Effetto Faraday nell'ossido di ferro colloidale,* ma dovendola giudicare dall'unico estratto (*Science abs.*, XIV, 1901) che ne trovai, sembra di ben modesto interesse.

(2) Essa mi fu cortesemente prestata dal chiar.° prof. Eugenio Bazzi del R. Istituto tecnico di Firenze, e son ben lieto di esprimergli ora la mia riconoscenza.

(3) Delle prime misure che eseguii a tale scopo ho dato relazione negli *Atti dell'A. E. I.*, dicembre 1903, relazione che in causa di un errore sperimentale in parte rettificai: *Atti dell'A. E, I.*, marzo 1904. Vedi anche: *Det. della susc. magn. dell'acqua. Nuovo Cimento*, 1905.

Digitized by Google

nella regione aderente alla faccia polare l'intensità del campo che poi adoperai, in corrispondenza del foro ha un valore (circa del 12 per 100) minore che di fronte all'anello metallico; ma poichè tale differenza diminuisce rapidamente avvicinandosi alla mezzaria del traferro (ove invece tende a invertirsi), e in causa della piccola sensibilità delle rotazioni ottiche rispetto all'intensità del campo, ho potuto considerar questo uniforme in tutta la regione occupata dalla sostanza in esame, apportando però alla intensità misurata nella regione centrale del traferro una piccolissima correzione di segno negativo.

Eseguii tale misura mediante una spiralina di bismuto costruita e tarata recentemente dalla Casa Hartmann e Braun, e i cui risultati furono in buon accordo con quelli ottenuti mediante i rocchetti di induzione che ho costruito nell'occasione delle misure di suscettività dell'acqua.

Eseguii le misure della rotazione determinando, ripetute volte, le deviazioni dell'alidada del polarimetro con correnti dirette e invertite, e assunsi come rotazione vera la metà del loro valor medio.

Eccitai l'elettromagnete con correnti comprese fra 18 e 20 ampère, a cui corrispose l'intensità del campo dell'ordine di 11,000 unità.

La vaschetta vuota mi portò così delle rotazioni semplici e positive dell'ordine di 78 minuti primi, e la vaschetta piena di acqua distillata rotazioni pur positive dell'ordine di 240 minuti primi.

Calcolai in tal modo per l'acqua la costante di Verdet, cioè il rapporto della rotazione corrispondente all'unità di spessore dell'acqua, alla intensità del campo, eguale a

$$0{,}01297' \pm 0{,}00001$$

come media di due serie di esperienze eseguite con le due vaschette e le due elettrocalamite, alla temperatura di 14°.

Questo valore è un eccellente accordo con quello che calcolò Arons (1)

$$0{,}01295' \qquad \text{a } 23°$$

poichè dividendo ambedue per la densità dell'acqua alle corrispondenti temperature si ottiene come media

$$0{,}012981 \pm 0{,}000001$$

valore che definisce quindi il potere rotatorio specifico dell'acqua.

(1) *Wied. Annalen*, XXIV, 1885; WIEDEMANN, *Die Lehre der Elek*, vol. III.

Digitized by Google

Come già nelle misure magnetiche ho calcolato il magnetismo specifico del colloide, così nelle presenti misure ho calcolato il potere rotatorio magnetico specifico del colloide contenuto nel sol.

Indicando con R la costante di Verdet del sol, con ω_1 e ω_2 i poteri rotatori specifici del colloide e dell'acqua (cioè i rapporti della rispettiva costante di Verdet alla densità) dalla relazione addittiva rispetto alle singole rotazioni si deduce:

$$R = \delta \left\{ \omega_1 \frac{p}{100} + \omega_2 \left(1 - \frac{p}{100}\right) \right\}$$

ove δ indica la densità del sol e p il peso di colloide contenuto in 100 g. del sol.

Da tale equazione è facile di dedurre i valori di ω_1 in base alle ricerche sperimentali; e il suo errore massimo possibile relativo è calcolabile approssimativamente con la:

$$\frac{d\omega_1}{\omega_1} = \frac{d\frac{R}{\delta} + d\omega_2}{\frac{R}{\delta} - \omega_2} + \frac{dp}{p}$$

e ricordo che anche nei casi più sfavorevoli, cioè con le soluzioni fortemente colorate, la misura della rotazione media venne eseguita con almeno la precisione di $\pm$ 2 minuti p.

Nella presente tabella riporto i risultati più interessanti ottenuti con tali misure.

Digitized by Google

Rotazioni magneto-ottiche.

SOSTANZA	Concentrazione g. in 100 di sol	Temperatura	Potere rotatorio del sol $\frac{R}{\delta}$	Potere rotatorio della sostanza disciolta ω_1
COLLOIDI DI BREDIG.				
Ferro 1	0,0109 Fe	27,5	+ 0,01385	+ 7,8 (Fe)
„ 2	0,0166 Fe	10,9	+ 0,01320	+ 1,0 „
Nichel 2	0,01393 Ni	26,4	+ 0,01312	+ 0,8 (Ni)
Cobalto 1	0,00984 Co	28,0	+ 0,01317	+ 1,7 (Co)
„ 2	0,0104 Co	28,0	+ 0,01343	+ 4,2 „
Cromo	0,0115 Cr	22,0	+ 0,01314	+ 1,2 (Cr)
Vanadio	0,0147 V	12,0	+ 0,01340	+ 2,7 (V)
COLLOIDI CHIMICI.				
Ossido di ferro secondo Graham 1	0,6945 Fe_2O_3 + 0,0327 Fe_2Cl_6	18,0	+ 0,01289	− 0,01 (Fe_2O_3)
Ossido di ferro secondo Graham 2	0,3885 Fe_2O_3 + 0,0164 Fe_2Cl_6	14,0	+ 0,01285	− 0,03 „
Ossido di ferro dall'acetato A	0,2635 Fe_2O_3	18,0	+ 0,01293	− 0,02 „
Id. id. id. A′	0,2420 Fe_2O_3	12,0	+ 0,0121	− 0,37 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles . . . . . B	0,2564 Fe_2O_3	22,1	+ 0,01035	− 1,04 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles . . . . . D	0,0513 Fe_2O_3	11,8	+ 0,01130	− 3,30 „
Ossido di ferro secondo S. Gilles . . . . . E	0,0659 Fe_2O_3	11,6	+ 0,01120	− 2,72 „
Acetato basico di ferro . .	0,4104 Fe_2O_3	22 0	+ 0,01256	− 0,10 „
Acetato ferrico	0,3883 Fe_2O_3	19,1	+ 0,01248	− 0,12 „
Acetato ferrico modificato 2	0,2475 Fe_2O_3	18,1	+ 0,00370	− 3,72 „
Id. id. id. 3	0,2630 Fe_2O_3	16,1	+ 0,00143	− 4,40 „
Id. id. diluito	0,1376 Fe_2O_3	16,0	+ 0,00665	− 4.60 „
Id id. dializzato 3 mesi	0,1088 Fe_2O_3	8,2	+ 0,00877	− 3,90 „
Id. id. modificato . 4	0,1574 Fe_2O_3	12,0	+ 0,00387	− 5,70 „
Id, id. dializz 16 giorni	0,1661 Fe_2O_3	12,0	+ 0,00362	− 5,60 „
Id. id. precipitato con KCl e dializz. 16 giorni	0,1154 FeO_{23}	12,0	+ 0,00638	− 5,70 „
Acetato ferrico mod. 4 precip. con H_2SO_4 e dializz. 16 giorni	0.0735 Fe_2O_3	12,0	+ 0,00876	− 5,76 „

Digitized by Google

RISULTATI. — 1. I colloidi di Bredig mostrarono tutti un potere rotatorio specifico positivo (dello stesso senso di quello dell'acqua) e ciò benchè i sali di ferro (sia ferrosi che ferrici) rotino in senso negativo, mentre solo i sali di nichel, cobalto e manganese rotano in senso positivo.

Questi colloidi rotano cioè come i rispettivi metalli, e quindi si può pensare alla esistenza nei sol di ferro, di veri granuli metallici, la cui azione sarebbe preponderante sui granuli di ossido che indubbiamente vi son pur contenuti.

Ammessa così la esistenza di granuli metallici nei sol di ferro, non vi è più ragione per negarla pur nei sol di nichel, ed è notevole che tal fatto ben si accorda con le singolari proprietà magnetiche che dianzi ho dimostrato.

2. Nei colloidi chimici degli ossidi di ferro ho invece sempre trovato un potere rotatorio negativo, ma mentre esso è debolissimo per gli ossidi di Graham e per gli analoghi (acetati idrolizzati e acetati basici), esso cresce con i colloidi di S. Gilles e raggiunge il massimo negli acetati modificati per l'azione del calore e della pressione, ove arriva ad essere persino 550 volte maggiore (in valore assoluto) di quello dell'acqua.

Ed è notevole che in tali colloidi, le cui proprietà ferromagnetiche sono pur tanto spiccate, si debba ammettere (come già accennai) l'esistenza di polimeri molecolari grandemente complessi.

Uno di questi sol (acetato modificato) contenente g. 0,1950 di Fe_2O_3 in 100 di soluzione, dopo quattro ore di riscaldamento in tubo chiuso a 100 mostrò il valore

$$\frac{R}{\delta} = +0{,}00881' \qquad \omega = -2{,}22'$$

dopo 10 ore di riscaldamento:

$$\frac{R}{\delta} = +0{,}00388' \qquad \omega = -4{,}90'$$

dopo 17 ore di riscaldamento:

$$\frac{R}{\delta} = -0{,}000926 \qquad \omega = -7{,}15'$$

e in tali condizioni era ancor limpidissimo (sebbene fortemente opalescente), e dal color rosso primitivo era passato all'arancione simile a quello dei sol di S. Gilles ottenuti per azione degli acidi concentrati sull'idrossido ferrico modificato per azione del calore.

Digitized by Google

Per un successivo riscaldamento cominciò a deporsi una finissima polvere gialla arancione, insolubile, e quindi interruppi le misure.

3. È interessante osservare che come già le proprietà magnetiche, così il potere rotatorio magnetico di tali acetati modificati va diminuendo per effetto di dialisi prolungate, avvicinandosi a quello degli acetati da cui si è partiti nella preparazione, e in generale a quello degli ossidi del tipo di Graham, ai quali pur contemporaneamente si avvicinano nel colore, nella tendenza a coagulare formando delle gelatine, e nelle altre proprietà più appariscenti.

Anche le proprietà magneto ottiche mostrano quindi lo stato variabile e evolutivo che è caratteristico delle sostanze colloidali.

4. Tre anni or sono, il prof. Majorana (1) scoprì due importanti fenomeni magneto-ottici (birifrangenza e birotazione magneto-ottica) nelle soluzioni di alcuni composti di ferro dei quali però gli rimase ignota la costituzione; tanto che dovette limitarsi a delle ricette molto empiriche per indicare i metodi di preparazione dei suoi liquidi attivi.

Si tratta per la sostanza predominante di cloruri basici di ferro simili ai cosidetti ossidi di Graham, ma a quanto sembra è necessaria pur la presenza di sostanze che al Majorana non riuscì di determinare.

Osservando però le singolari rotazioni magneto-ottiche di quel sol che finora ho indicato col nome di acetato modificato, e del quale la sostanza attiva è chimicamente simile a quella che (come si deduce p. e. dalle tabelle di dissociazione di Krecke) (2) in certe condizioni può ottenersi pur nei cloruri di ferro, mi sorse (già da tempo) il dubbio che fosse dovuto principalmente alla presenza di piccole quantità di colloidi di questo tipo il fenomeno del Majorana nei liquidi da lui preparati.

Ma disgraziatamente, distolto da altri studi, non ho mai potuto eseguire l'esperienza col rigore necessario.

Due mesi or sono i signori Cotton e Mouton (3) trovarono finalmente una sostanza che presenta in grado altissimo i fenomeni Majorana; essa deriva da cloruri basici di ferro, ma per il metodo di preparazione si avvicina a quelle da me studiate; cosicchè sarebbe desiderabile quanto prima una prova sperimentale sui sol che dianzi ho esaminato.

(1) *Atti R. Acc. Lincei*, XI, 1902.

(2) Gmelin Krauth, *Anorganische Chemie*, III Band, Heidelberg, 1875; *Krecke Jour. Prak. Chem.*, III; Debray, C. R. LXVIII, 1869.

(3) *Comptes Rendus*, Paris, CXLI, 1905.

Digitized by Google

5. Scheuer Kestner (1) trovò che l'azione diretta dei raggi solari produce nelle soluzioni di alcuni nitrati basici del ferro, dei prodotti con la costituzione chimica eguale all'ossido di Péan del S. Gilles.

Ho perciò preparato le sostanze del Scheuer Kestner, e, assieme a degli acetati e a cloruri di diverse concentrazioni, le lasciai per parecchi mesi esposte alla luce del sole.

Ma le proprietà colloidali con ciò indotte nelle prime furono debolissime, e nulle nelle seconde (campioni di acetato e di cloruro lasciati contemporaneamente all'oscurità non si mostrarono differenti) e così pure di ben poco si alterò il potere rotatorio del nitrato, nel senso però prevedibile per l'azione dell'ossido di S. Gilles. Nell'acetato e nel cloruro ferrico non osservai invece alcuna variazione.

Conclusione.

Queste ricerche condotte con modestia di intenti e di mezzi, e su sostanze di cui nemmeno si intravvede una lontana applicazione alla elettrotecnica, hanno tuttavia permesso di confermare un principio, forse fondamentale, per gli studi razionali rivolti al miglioramento dei materiali magnetici. Poichè sebbene io purtroppo non abbia ancor saputo raggiungere la dimostrazione generale del legame fra la costituzione molecolare e il comportamento ferro-magnetico dei corpi, ho potuto tuttavia fornire una prima prova sperimentale dell'influenza progressiva della complessità degli aggruppamenti molecolari sul fenomeno ferromagnetico, riconducendo così allo stato di verità scientifica ciò che finora costituiva un'ipotesi geniale.

La fisico-chimica dei fenomeni magnetici è tuttora oscura e in gran parte ignota: ma grande è la sua importanza; ed è su questa che credo utile di fermare l'attenzione del lettore.

Perciò mi basta di accennare alla esistenza di leghe non magnetiche costituite da metalli magnetici, e alla recente scoperta dell'Heusler (2) di sostanze fortemente magnetiche ottenute allegando metalli non magnetici.

Queste ultime che si devono forse considerare *soluzioni solide* di elementi magnetici in mezzi debolmente magnetici (poichè con le *soluzioni solide* presentano notevoli analogie), sono in generale costi-

(1) *Annales de Chim. et Phys.*, 3, LVII.

(2) *Sulle proprietà ferromagnetiche delle leghe di metalli non magnetici*, Marburg Elwert, 1904.

Digitized by Google

tuite da piccole quantità di un elemento fortemente magnetico (manganese), disciolto in un mezzo debolmente magnetico (rame, alluminio, piombo, antimonio, ecc.), e presentano le ordinarie proprietà ferromagnetiche, e le permeabilità dell'ordine di quelle della ghisa.

E sebbene esse ancora non abbiano portato alcun contributo utile all'industria, la loro scoperta infonde e fortifica la speranza di poter, forse fra breve, e col progredire della intima conoscenza fisico-chimica delle sostanze magnetiche, preparare dei materiali con caratteristiche migliori e più economiche di quelli attualmente adoperati.

APPENDICE.

(Misure di assorbimento, di conduttività, di densità, di trasporto elettrico e ultramicroscopiche - Metodi di preparazione dei sol e metodi di analisi).

Assorbimento delle radiazioni luminose.

Ricchissima è la bibliografia relativa all'assorbimento delle radiazioni nei mezzi torbidi, e fra le memorie più importanti oltre a quelle classiche di Tyndall (1), di Lord Rayleigh (2) e di Spring (3), ricordo quella recente di Ehrenhaft (4) ove applicando i principî della risonanza elettromagnetica questo fisico tenta di determinare l'ordine di grandezza dei granuli di alcuni colloidi.

Io ho eseguito le misure del coefficiente di assorbimento usando uno spettrofotometro del tipo di Glan (costruito da Schmidt e Haensch di Berlino) e una vaschetta in vetro a faccie parallele munita del corpo di Schultz.

Lo spessore del liquido nella vaschetta era di 10,78 mm. nello spazio libero, e di 0,91 mm. nello spazio occupato dal corpo di Schultz.

Per sorgente luminosa ho adoperato un bruciatore di Bunsen con calzetta Auer, e di cui un pennello di raggi, resi sufficientemente paralleli da una lente acromatica, illuminava la doppia fenditura.

(1) *Phyl. Mag.*, XXXVII, 1869.

(2) *Phyl. Mag.*, XII, 1881; *Phyl. Mag.*, 1885; *Phyl. Mag.*, 1899.

(3) *Rec. Trav. Chim.*, Pays Bas, 1898; *Rec. Trav. Chim.*, 1899; *Rec. Trav. Chim.*, 1902.

(4) *Drude's Ann.*, XI, 1903.

Digitized by Google

Ho tarata la scala dello spettrofotometro mediante gli spettri di incandescenza nel gas dei vapori ottenuti da: carbonato sodico, carbonato di litio, cloruro di bario, cloruro di stronzio, cloruro di calcio, e tallio.

La costante di assorbimento del liquido per una data lunghezza d'onda si calcola, con tale disposizione mediante la formula:

$$K = \frac{1}{d \log e} \log \frac{i_2}{i_1}$$

ove d è lo spessore del corpo di Schultz, e la base dei logaritmi naturali, i_1 e i_2 le intensità della luce attraversanti le due regioni della vaschetta: libera e occupata dal corpo di Schultz.

E poichè lo spettrofotometro di Glan permette, mediante la lettura di un angolo α e la conoscenza della costante strumentale C, di dedurre il rapporto di i_1 a i_2 mediante la:

$$\frac{i_2}{i_1} = C \tan^2 \alpha$$

si deduce:

$$K = \frac{1}{d \log e} \left\{ \log C + 2 \log \tan \alpha \right\}$$

Io ho determinato la costante C in 7 regioni della scala, nelle quali poi ho misurato i valori del coefficiente di assorbimento, e cioè nelle regioni corrispondenti alla lunghezza d'onda:

694, 625, 574, 537, 506, 483, 460 milli-micron.

RISULTATI. — 1. Tutti gli spettri dei colloidi mi mostrarono un assorbimento rapidamente crescente dal giallo-verde al violetto, e solo alcuni parve esercitassero pur un debole assorbimento diminuente dal rosso estremo all'aranciato.

In generale sembra perciò che essi seguano le leggi che Lord Rayleigh dedusse per il passaggio della luce nei mezzi torbidi per particelle sospese; prova questa non dubbia dell'esistenza dei granuli.

2. Non ho mai osservato nella regione visibile bande di assorbimento selettivo, e a tal proposito è caratteristica la seguente esperienza.

Se si pone di fronte alla fenditura di uno spettroscopio una vaschetta ripiena di una soluzione di permanganato di potassio, e se ne osserva lo spettro di assorbimento questo, come è noto, è ricchissimo di splendide bande oscure; ma basta aggiungere (e bastano

Digitized by Google

spesso traccie se la soluzione è diluita) un qualunque agente (iposolfito di sodio o riduttori organici) capace di trasformare il permanganato in biossido di manganese allo stato colloidale, per vedere istantaneamente sparire le bande e formarsi lo spettro continuo caratteristico delle soluzioni colloidali.

Spariscono quindi gli joni permanganici, a cui è dovuto l'assorbimento selettivo, e si formano i granuli.

3. Un fenomeno simile si può osservare facendo accrescere l'idrolisi di una soluzione di acetato ferrico.

Infatti io ho trovato che l'acetato ferrico presenta fra $\lambda = 500$ e $\lambda = 540$ una regione di assorbimento quasi costante, mentre nessuno dei colloidi che da esso derivano presentano tale proprietà.

5. È assai importante il comportamento rispetto alla legge di Beer.

Tale legge, che si esprime con la proporzione diretta, che per una data lunghezza d'onda, passa fra le concentrazioni e i logaritmi delle intensità della luce (misurata rispetto alla incidente), che per un dato spessore attraversa le soluzioni, non era ancora stata mai studiata rispetto alle soluzioni colloidali.

Nelle soluzioni saline è noto che essa è rigorosamente verificata soltanto quando le variazioni di concentrazione non causano cambiamenti nell'intima costituzione molecolare.

Ma nei mezzi torbidi il fenomeno è più complesso poichè il coefficiente di assorbimento è pur funzione della grandezza e del numero specifico dei granuli, e quindi per essi la invalidità della legge di Beer può pur significare variazioni di questa specie al cambiare della concentrazione.

E siccome per varie cause si è condotti a pensare all'esistenza di tali variazioni, che d'altra parte non poterono ancora esser ben dimostrate, è chiara l'importanza che per le teorie dello stato colloidale assume lo studio dell'assorbimento.

E in verità io ho trovato, in generale nei miei colloidi, che la legge di Beer mentre si verifica abbastanza bene nelle regioni aranciata, gialla e verde dello spettro, si applica meno bene alla regione rossa e meno ancora alla violetta.

Ma la estrema difficoltà delle misure nella luce violetta, specialmente in causa dell'enorme assorbimento (per cui gli errori assoluti e relativi possono divenir grandissimi), mi impediscono di dedurre fin d'ora delle conclusioni forse affrettate. E perciò io ho nuovamente iniziato tali ricerche i cui risultati sembran pure confortati da alcuni singolari fenomeni che ho osservato nelle misure magnetiche e magneto-ottiche.

Digitized by Google

Conduttività elettrica.

Le principali misure di conduttività dei colloidi furono eseguite da Barus e Schneider, da Linder e Picton, da Duclaux e ultimamente da Malfitano; tutte conducono a riconoscere una leggera conduttività, che però può attribuirsi a residui di sostanze estranee.

E a tal proposito sono interessanti alcune misure che io ho eseguito, poichè nessuno dei precedenti sperimentatori ha potuto usare colloidi purificati per così lungo tempo.

Sperimentai con un ponte di Kohlrausch (correnti indotte e telefono) avente il filo teso lungo circa 5 metri e ottenni sempre delle eccellenti condizioni di sensibilità.

La cella elettrolitica (elettrodi di platino platinato paralleli distanti 3 mm.) la tarai mediante due soluzioni titolate di cloruro di potassio e una satura di solfato di calcio (1) ottenendo come capacità media

$$\frac{l}{S} = 924.10^{-4}$$

e quindi calcolai le conduttività C mediante la:

$$C = \frac{1}{R}\, 924.10^{-4}\ Mho$$

ove R indica la resistenza in Ohm misurata col ponte.

RISULTATI. — 1. Nei colloidi di Bredig ho sempre trovata la conduttività leggermente superiore a quella dell'acqua distillata in cui li formavo. Così ebbi p. es.:

Condutt.	acqua dist.	$6.28\ 10^{-6}$	$t = 22°.2$
»	ferro 2	$8.02\ 10^{-6}$	» 13°.5
»	nichel 1	$11.4\ 10^{-6}$	» 28°.3
»	cobalto 1	$37.6\ 10^{-6}$	» 28°.2
»	cromo 1	$11.5\ 10^{-6}$	» 22°.1
»	vanadio 1	$31.0\ 10^{-6}$	» 12°.0
»	vanadio 2	$48.2\ 10^{-6}$	» 11°.4

ma non mi fu possibile di trovare una legge fra la conduttività e la concentrazione con la quale viene preparato il sol.

2. In questi colloidi la coagulazione spontanea nella cella elettrolitica non alterò la conduttività di più del due per cento.

(1) *Kohlrausch und Holborn-Leitvermogen d. Elektrolyte*, Leipzig, 1898, pag. 77.

Digitized by Google

3. Nei colloidi chimici che purificai con dialisi di 12 mesi, e in cui non mi fu possibile di riscontrare traccie di sostanze estranee, ottenni conduttività estremamente piccole e dello stesso ordine delle precedenti. P. es. ebbi:

Ossido di ferro, secondo S. Gilles B,	12.7	10^{-6}	$t = 22°.2$
Ossido di ferro, secondo S. Gilles	10.8	10^{-6}	» 22.3
Ossido di ferro, secondo S. Gilles C.	7.6	10^{-6}	» 22.1

4. Diluendo con nuova acqua distillata tanto i colloidi di Bredig che tali colloidi chimici purificati, la conduttività si mostrò proprietà addittiva.

5. Nelle soluzioni di acetato e cloruro ferrico lasciate per 5 mesi alla luce diretta del sole la conduttività non variò rispetto a quella delle stesse mantenute all'oscurità.

Densità.

Eseguii le misure con un picnometro che feci appositamente costruire per sostanze così facili ad alterarsi; esso è del tipo di Sprengel ma ha un solo bulbo e i gambi sottilissimi e diritti, in modo da permettere facilmente di tener immerso in un bagno il bulbo (capacità 16,325 cm^3 a 0°), mentre si affiora il liquido ai segni dei gambi.

Non mi fu possibile però, per quanta cura posi nelle misure, di trovare alcuna legge ben chiara, e ciò poichè nel caso dei colloidi di Bredig e in alcuni di quelli chimici purificati, ottenni densità o non sensibilmente, o ben poco differenti da quelle dell'acqua; e negli altri le impurità alterano i fenomeni.

Anche la densità per i colloidi puri mi parve però una proprietà addittiva rispetto alla diluizione.

È notevole il fatto che la densità dell'acetato modificato per azione del calore e della pressione non è differente (entro all'uno su 10000) da quella dell'acetato ferrico da cui si parte, mentre tanto notevolmente si alterano le altre proprietà.

Trasporto elettrico.

Non troppo numerose ma molto interessanti sono le ricerche eseguite finora relative al trasporto elettrico dei granuli, e qui nuovamente ricordo fra le più notevoli quelle di Hardy, che primo

Digitized by Google

osservò la possibilità dello stato neutro essendo riuscito a trasformare da elettropositivi a elettronegativi alcuni colloidi di albumina variando la composizione del mezzo; e quelle ultime di Perrin a cui già ho accennato.

Ultimamente Whytney e Blake (1) trovarono che la velocità di migrazione delle particelle se non è alterata da azioni estranee, è dello stesso ordine di quella di un jone monovolente di un sale inorganico.

Io eseguii le misure adoperando un vasetto di vetro in forma di *H* avente gli elettrodi saldati attraverso il fondo dei due gambi, e usai forze elettromotrici comprese fra 4 e 120 volt.

RISULTATI. — 1. Si mostrarono elettropositivi (cioè il trasporto avvenne nel senso della corrente) tutti i colloidi di Bredig (ferro, nïchel, cobalto, manganese, cromo, vanadio) e tutti gli ossidi di ferro preparati per via chimica (ossidi di Graham, di S. Gilles, acetati basici e modificati) salvo un colloide di idrossido ferrico, che si mostrò elettronegativo.

Questo lo preparai precipitando l'idrossido dal cloruro ferrico mediante l'idrato sodico, e lavando per decantazione lungamente e a caldo. Le ultime acque di lavaggio si mostrarono di color giallo paglierino con opalescenza violacea, e dotate di proprietà nettamente colloidali. Esse durarono inalterate per più di due anni (nei primi tempi soltanto diedero un piccolo deposito) e nemmeno la centrifugazione durante 12 ore a 2500 giri separò i granuli.

All'ultramicroscopio tale sol mostrò la solita apparenza; la sua conduttività fu di $42.9\ 10^{-6}$ e la concentrazione 0,0279 g. di $Fe_2(OH)_6$ in 100 di soluzione.

2. Spesso il risultato della dialisi fu la diminuzione delle cariche dei granuli e anzi ricordo un acetato modificato dializzato cinque mesi, e già fortemente elettropositivo, che al fine divenne pressochè neutro.

E in tale stato la sua instabilità divenne grandissima.

3. Gli acetati basici e gli acetati modificati mi presentarono pure un fenomeno nuovo e di grande interesse poichè sebbene (specialmente i secondi) incapaci di dare le reazioni chimiche caratteristiche degli joni Fe''' e Fe'', pur tuttavia, se sottoposti a una differenza di potenziale, vengono elettrolizzati quasi completamente depositandosi all'elettrodo negativo del ferro metallico.

(1) *American Chem. Soc.*, 26, 1904.

Digitized by Google

E son riuscito pur a dimostrare che tal deposito non è un prodotto secondario della reazione elettrolitica (riduzione dei granuli al polo negativo per azione degli joni $H^{\cdot}$) ma è il prodotto di una vera elettrolisi del sol.

Ma credo più conveniente di riserbare lo studio elettrochimico di tal colloide, che ancora ho in corso, a una prossima pubblicazione.

4. Finalmente osservai che il trasporto dei granuli nei miei vasetti, avviene in modo da divenir mano a mano incoloro il sol, partendo dalle regioni più alte, mentre esso si chiarifica più lentamente al polo da cui i granuli son respinti, e si inscurisce, e i granuli coagulano, al polo di nome opposto.

E ciò benchè, anche con i colloidi puri, in causa della forte differenza di potenziale applicata si abbia notevole sviluppo di gas ai due elettrodi.

Oltre al fenomeno del trasporto, avviene quindi pur un fenomeno di coagulazione causato dagli joni ($H^{\cdot}$ o OH') la cui concentrazione è diversa nei due gambi della cella elettrolitica.

Osservazioni microscopiche e ultramicroscopiche.

Di tutti i sol che studiai mi son assicurato mediante l'osservazione con un eccellente microscopio di Reichert (immersione omogenea, ingrandimento 1000 diametri) la invisibilità dei granuli con l'illuminazione normale.

E ho pure studiato con esso i coaguli osservando sempre le solite apparenze spugnose con contorni spesso mal definiti.

Le osservazioni ultramicroscopiche le eseguii col metodo di Cotton e Mouton, e la disposizione da me modificata (1) per renderla più adatta allo studio ultramicroscopico pur dei coaguli.

Ho osservato così per i sol le solite apparenze di punti luminosi, animati di vivi moti browniani, spiccanti su fondo nero o grigio azzurrognolo.

E ho osservato che la risolvibilità del sol mentre è straordinariamente difficile (e talvolta completamente impossibile) per quelli del tipo di Graham, migliora sensibilmente per quelli di S. Gilles, ed è facile con quelli ottenuti disgregando l'idrossido ferrico modificato per l'azione degli acidi concentrati.

(1) *Archivio di fisiologia*, Firenze, II, marzo 1905.

Digitized by Google

Nei sol di Bredig si hanno le stesse apparenze, e di questi fra i più fini e ricchi di luce diffusa ricordo quelli di nichel pur così notevolmente ferromagnetici.

Preparazione dei sol e loro caratteri generali.

COLLOIDI DI BREDIG (1). — Si preparano per l'azione di scariche elettriche (archi voltaici) fra elettrodi metallici mantenuti sotto l'acqua distillata; a ogni arco una nube bruna circonda l'elettrodo e poi si diffonde nel liquido, ma non è permesso di sorpassare un certo limite di concentrazione poichè altrimenti (forse per l'aumento della temperatura o delle impurità) il sol coagula.

Gli archi sono brillantissimi e osservati collo spettroscopio mostrano degli splendidi spettri di linee.

Le scariche sono accompagnate da emissioni abbondanti di gas (ossigeno e idrogeno) spesso di odore agliaceo (acetilene?) che si accendono scoppiettando; io ho osservato tal fenomeno specialmente con gli elettrodi di cromo, di manganese e di vanadio, i quali pur contenevano piccole quantità di carbonio.

Talvolta ho pur preparato dei sol facendo evaporare con una intensa corrente dei fili sottilissimi di ferro tenuti sotto l'acqua, ma però il metodo originale di Bredig si mostrò molto più adatto allo scopo.

Ho usato dell'acqua distillata di conduttività 6.10^{-6} all'incirca, posta in sottili cristallizzatori di vetro (capacità 150 a 200 cm^3); e disposi i due elettrodi (di cui uno fisso a un sostegno e l'altro libero) in serie con un reostato tale da permettere negli istanti di corto circuito al massimo il passaggio di 25 ampère operando con 120 volt di differenza di potenziale.

Ferro. — Usai per elettrodi delle sottili lamine di ferro puro, sovrapposte e tenute insieme da due tubetti di vetro di Jena; e poi usai due bacchette di ferro (diametro 4 mm.) che ho ingrossato a un estremo depositandovi per elettrolisi del ferro purissimo (ma ricco di idrogeno) col metodo di Burgess e Hambuecken (2).

I sol sono di color bruno rossiccio e con opalescenza violacea.

---

(1) *Anorganische Fermente*, Leipzig, Engelmann, 1901; *Zeitschrift f. Elek. Ch.*, 22, 1898.

(2) *The Electrician*, giugno 1904.

Digitized by Google

Nichel. — Adoperai fili di nichel purissimo di 2 mm. di diametro.

I sol sono di color nero-bruno con opalescenza violacea.

Cobalto. — Usai delle lamine di cobalto puro sovrapposte e serrate in tubetti di vetro di Jena.

I sol sono di color bruno-verdastro (oliva scuro).

Cromo. — Tale sol e i seguenti non furono finora preparati da altri. Io usai per elettrodi due pezzi di cromo legati strettamente con fili di platino chiusi in tubetti di vetro.

I sol sono di color giallo-verdognolo e sono molto instabili (durano circa un'ora e quindi coagulano lentamente) e assai diluiti.

Manganese. — Usai come elettrodi due pezzi di manganese metallico favoritomi dal dott. Luigi Marino, e li legai con fili di platino come già quelli di cromo. In tale preparazione si osserva a ogni arco un'ampia nube bianca (protossido idrato?) con opalescenza madreperlacea; il sol dura così pochi minuti, ma, se ben riparato, un'ora circa. Quindi comincia a ossidarsi e a coagulare formando dei fiocchi bruni.

Vanadio. — Usai due pezzetti di vanadio che pur devo alla cortesia del dott. Marino; e li disposi come per il cromo.

I sol di Vanadio si ottengono abbastanza facilmente e sono molto stabili; il loro colore è dapprima nero-grigio (protossido?) ma passa rapidamente all'azzurro-cupo intensissimo, e quindi i granuli sono allora probabilmente costituiti dal biossido.

COLLOIDI CHIMICI. — *Ossido idrato di ferro secondo Graham* - 1. Lo preparai saturando lungamente a freddo con dell'idrato ferrico di recente preparazione, una soluzione acquosa di cloruro ferrico.

Sottoposi quindi il liquido alla dialisi durante 5 mesi; e nei primi giorni osservai nel liquido esterno del dializzatore traccie di cloruro ferrico, poi soltanto acido cloridrico.

2. Lo preparai aggiungendo a una soluzione acquosa di cloruro ferrico (10 per 100) tanto carbonato ammonico, e agitando, fino a dissoluzione completa del precipitato; dializzai quindi tre mesi.

Tali sol hanno color rosso-cupo, sono vischiosi, non mostrano opalescenza superficiale ma bensì, se illuminati con un intenso fascio di raggi, il fenomeno di Tyndall.

All'ultramicroscopio mostrano una forte luce diffusa, poche particelle grosse, e dei granuli difficilmente visibili anche con grande diluizione, ma invece i coaguli sono ricchissimi di particelle però pur difficilmente risolvibili.

Se acidificati con acido acetico, non sempre essi danno le rea-

Digitized by Google

zioni caratteristiche degli joni del ferro (e al caso debolmente), ma invece coagulano con i reagenti, e il coagulo lasciato lungamente in contatto col ferrocianuro di potassio assume sempre più una tinta verde.

3. *Ossido idrato di ferro preparato dall'acetato ferrico.* — Il metodo di preparazione di questo sol non è indicato nei trattati, e non è di facile attuazione.

Si aggiunge perciò a dell'ossido idrato preparato di recente (cloruro ferrico + idrato ammonico in eccesso) e lavato a lungo e filtrato alla pompa, una *assai piccola* quantità di acido acetico concentrato.

Dopo poche ore si discioglie tutto l'ossido e si ottiene un liquido rosso-cupo, limpido per trasparenza ma fortemente opalescente; questo lo si precipita allora con una soluzione concentrata di cloruro di sodio. Si filtra il precipitato voluminoso alla pompa, e lo si lava con cloruro di sodio, lo si scioglie in acqua e lo si purifica per dialisi.

Tale sol ha tutte le proprietà del ferro di Graham, ma dopo una dialisi di tre mesi non mostrò più traccie nè di cloro nè di acido acetico. *A.*

4. *Altro idrossido ottenuto dall'acetato ferrico,* — Il liquido rosso-cupo che si ottiene trattando come al n. 3 l'idrossido con l'acido acetico, dopo circa 24 ore non precipita più a freddo con il cloruro sodico, ma se addizionato con questo sale e portato all'ebollizione diventa di color rosso terroso (rosso-mattone-cupo) e forma un sottile precipitato.

Raccolto il precipitato su filtro (una parte attraversa il filtro!) lo si discioglie in acqua (in cui è solubilissimo) e si ha un sol rosso-rubino che non precipita con cloruro di sodio o di potassio, ma bensì coagula con solfato di zinco, solfato di rame e acidi forti concentrati.

Col ferrocianuro di potassio dà un precipitato rosso-bruno che non inverdisce nemmeno col tempo.

Non è opalescente, è pochissimo viscoso, ma col tempo perde le proprietà colloidali. È questo il colloide con cui osservai i coaguli risolvibili in granuli dotati di moti browniani. *A'.*

5. *Idrossido di ferro secondo Péan de S. Gilles.* — Usai dei metodi simili a quelli descritti da Péan de S. Gilles (1) il quale credette

(1) *Annales de Chim. et Phys.*, XXXXVI, 1856.

Digitized by Google

di escludere che in tali casi si tratti di sali basici, ma bensì di sesquiossido di ferro più o meno idrato; e ciò in opposizione con i recenti risultati di Nicolardot a cui già ho accennato.

Il Scheuer Kestner (1) partendo da un nitrato basico di ferro preparò un sol il cui colloide mostrò la composizione simile a quelli di S. Gilles.

Un primo metodo di preparazione consiste nel modificare le proprietà dell'idrossido ferrico mantenendolo a 100° sotto l'acqua.

Si prepara perciò l'idrossido di ferro, e dopo averlo *ben lavato* lo si pone in strato sottile sul fondo di una bacinella ricoprendolo con molta acqua distillata; si mantiene quindi il tutto a 100° senza interruzione per 8 a 10 ore mediante un bagno maria (2).

Secondo Péan de S. Gilles tale ossido modificato è insolubile in acidi concentrati, ma forma un sol cogli acidi cloridrico e solforico diluiti. Io però ho ottenuto degli eccellenti risultati col seguente metodo che permette di ottenere prodotti puri e che pur dà degli indizi (che si accordano con i risultati del Nicolardot) sulla trasformazione dell'ossido modificato (e insolubile in acqua) in ossido modificato colloidale.

Si versa perciò sull'ossido modificato asciutto e polverulento dell'acido acetico o dell'acido cloridrico concentrati, e si lascia il tutto digerire per parecchi giorni. Si osserva allora una lenta disgregazione dell'ossido mentre contemporaneamente esso assume un color rosso più vivo, e la piccola porzione di ossido rimasto inalterato (non modificato) si scioglie formando il sale corrispondente.

Si decanta quindi e si lava con acido concentrato, se è possibile si filtra e si scioglie in acqua.

Si ottengono così dei magnifici sol di intenso color arancio e fortemente opalescenti. Essi però sono diluitissimi. *D*, *E*.

Coagulano con gli elettroliti e in generale il coagulo è nuovamente solubile (salvo se coagulati con H_2SO_4, alcuni solfati e clorati); col ferrocianuro potassico danno un precipitato marrone e mai le reazioni degli joni del ferro.

---

(1) *Annales de Chim. et Phys.*, LVII. 1859.

(2) Io ho osservato che, coll'ebollizione diretta non si ottiene tale ossido modificato ma bensì un altro prodotto color terroso inadatto allo scopo.

Il Nicolardot (nota citata) osserva invece che è indispensabile usare vasi di platino quando si adopera dell'idrossido ferrico assai puro, ma pur adoperando prodotti scrupolosamente lavati, ho sempre ottenuto l'ossido di S. Gilles pur colle solite bacinelle di vetro, quando però non le esposi alla fiamma diretta.

Digitized by Google

È notevole che il coagulo solubile di questo colloide se è gettato su filtro e lavato con alcool perde l'attitudine a riformare dei sol con l'acqua, e tanto gli idrosol ottenuti da tal coagulo, che dal primitivo ossido modificato trattato con gli acidi, se messi a dializzare depongono lentamente tutta la sostanza formando una finissima polvere color arancio, incapace di ridare dei sol stabili, mentre se lasciati con le impurità hanno lunga durata.

6. Il Péan de S. Gilles indica pure il seguente metodo per ottenere sol eguali ai precedenti.

Si riscalda per qualche ora a 100° una soluzione di acetato ferrico in tubo chiuso alla lampada, essa dopo questo trattamento diviene opalescente, coagula con gli elettroliti, perde il gusto metallico dell'acetato ferrico e non dà più le reazioni degli joni del ferro.

Si precipita quindi tale acetato modificato con traccie di sali alcalini o acidi forti concentrati e si asciuga il precipitato su porcellana porosa. Lo si discioglie quindi in acqua e si ottiene il sol.

Io ho così preparato alcuni sol (secondo S. Gilles *B* e *C*), ma ho esaminato anche l'acetato modificato, che è pur un vero sol, e fu anzi questo che mi mostrò delle caratteristiche specialmente interessanti.

Dializzando tale *acetato modificato* non escono dal dializzatore che traccie di sali di ferro, ma molto acido acetico; colla dialisi l'opalescenza si fa più vellutata, ne aumenta l'instabilità e all'ultramicroscopio si presentano pochissime particelle e una forte luce diffusa.

7. *Acetati basici di ferro.* — Secondo S. Gilles facendo bollire rapidamente l'acetato ferrico si forma dell'ossido modificato che in parte si depone.

Io adoperai perciò un pallone con l'apparecchio a ricaduta, e mantenni l'ebollizione per pochi minuti; ma i risultati variano da caso a caso forse per le impurezze dei recipienti.

Precipitai un acetato così trattato, che era bensì divenuto molto opalescente ma non aveva affatto deposto, con acido nitrico, filtrai, ridisciolsi in acqua e dializzai a lungo. Ottenni così un sol simile ai precedenti ma molto meno opalescente cioè più simile all'ossido di Graham.

Il Péan de S. Gilles osserva che lasciando in riposo pochi giorni l'ossido modificato deposto per l'ebollizione dell'acetato, esso si ridiscioglie riformando l'acetato primitivo; ma invece io ho trovato

Digitized by Google

che la dissoluzione bensì avviene, ma il liquido formato (rosso-bruno e non opalescente) conserva completamente le proprietà colloidali anche dopo 12 mesi, e dà solo una piccola reazione di joni del ferro.

Si tratta perciò molto probabilmente di acetato basico colloidale; e mi son assicurato che non possiede la banda di assorbimento che ho trovato esistere fra $\lambda = 500$ e $\lambda = 540$ nell'acetato normale.

8. Sperimentai ancora le soluzioni di nitrato basico di ferro preparate secondo Scheuer Kestner e lasciate, secondo le sue indicazioni, esposte alla luce diretta del sole per 5 mesi consecutivi (maggio-settembre); le proprietà così in esse indotte sono debolmente colloidali.

Naturalmente di tutti i sol che ora ho descritto preparai e esaminai diversi campioni.

Metodi di analisi.

Credo inutile di riportare per esteso i documenti analitici, riassumo invece i metodi che ho adoperato e solo ricordo che per le speciali condizioni dei laboratori ove ho eseguito i presenti studi, ho dovuto sempre dar la preferenza ai metodi di dosamento per pesata.

Ho seguito poi generalmente le prescrizioni dell'ultima edizione del trattato di chimica analitica di R. Fresenius.

Ferro. — Lo dosai sempre allo stato di perossido ($Fe_2\ O_3$) per pesata in crogiolo di platino.

Trattai perciò i sol a caldo con acido cloridrico o nitrico, precipitai le soluzioni con ammoniaca e trasformai quindi l'idrossido ferrico (filtrato e asciugato) in perossido per l'azione del calore.

Dovendo spesso dosare delle piccole quantità di ferro, ho osservate le necessarie precauzioni per impedire una sensibile riduzione del perossido per azione del carbonio del filtro.

Nichelio. — Lo dosai per via elettrolitica dopo aver trasformato il sol in una soluzione di solfato doppio di nichel e ammonio.

Eseguii l'elettrolisi alla temperatura di 20° in presenza di notevole eccesso di ammoniaca (metodo di Bergmann e Fresenius) (1) con la densità di corrente di 1 ampère per dm.^{2} e la differenza di potenziale agli elettrodi di 2,7 volt alla fine dell'elettrolisi.

(1) Vedi *Mollwo Perkin Pract. Methods of Elek. Chem.*, Longmans Green, Londra, 1905.

Digitized by Google

Asciugai l'elettrodo tenendolo per pochi minuti a 200° in una stufa di ferro attraversata da una lenta corrente di CO_2 secco.

Cobalto. — Ne eseguii l'analisi elettrolitica con un metodo simile a quello seguìto per il nichel, ma solamente arricchii ancor più la soluzione di solfato doppio di cobalto e ammonio, con ammoniaca e adottai una minore densità di corrente.

Cromo. — Trasformai a caldo il sol in cloruro mediante l'acido cloridrico addizionato di acido nitrico.

Precipitai quindi con ammoniaca in eccesso, mantenendo lungo tempo il liquido prossimo all'ebollizione fino alla sua completa decolorazione.

Quindi dosai allo stato di $Cr_2\ O_3$.

Vanadio. — Disciolsi il colloide in acido nitrico e quindi seguii il metodo di analisi indicato dal Friedheim (1) cioè dosai per pesata allo stato di acido vanadico.

Tirai perciò a secco in vaso di vetro di Jena a B. M., aggiunsi acqua distillata calda e portai il precipitato in una capsula di platino tarata ove, dopo evaporato, aggiunsi poca ammoniaca fino alla dissoluzione del precipitato.

Quindi tornai a tirar a secco e arroventai con riguardo fino a fusione tranquilla dell'acido vanadico.

Cloro. — Lo dosai nel filtrato delle soluzioni nitriche dei sol da cui avevo precipitato l'idrato ferrico, o per pesata allo stato di cloruro di argento, o volumetricamente adoperando una soluzione titolata di nitrato di argento e come indicatore il cromato potassico.

Dell'acido solforico, dell'acido acetico e di qualche altra sostanza feci solo dei saggi qualitativi.

---

(1) *Leit. Quant. Chem. Analyse*, Berlin, 1897.

Digitized by Google

N. 41.

SCELTA DEL MATERIALE DEL NUCLEO MAGNETICO DI INDOTTO

per ordinarie macchine a corrente continua od alternata

COMUNICAZIONE

fatta dal socio Ing. Prof. **ETTORE MORELLI** *alla Sezione di Torino nella Seduta del 1° dicembre 1905.*

Occorre soventi di conoscere se per la costruzione del nucleo magnetico indotto di una ordinaria macchina a corrente continua o di un alternatore sia più conveniente far uso di una lamiera di mediocre qualità, avente un medio coefficiente η di isteresi, uno spessore e ed un piccolo costo unitario c, oppure di una lamiera migliore, avente un più elevato coefficiente η', uno spessore e' minore ed un maggior costo unitario c'.

Colla lamiera migliore si potrà, come vedremo meglio fra poco, a parità di perdite, ridurre il volume e il peso, e può darsi che tale riduzione valga in definitiva, malgrado che si abbia c' maggiore di c, a condurci, nel secondo caso ad una spesa totale di materiali magnetici C', la quale sia minore di quella C del primo caso.

Il Fischer-Hinnen ha in un caso particolare, con un esempio di calcolo, esaminata incidentalmente la questione, riferendosi alle sole perdite di isteresi; ma, data l'importanza che ha per il costruttore elettromeccanico l'acquisto delle lamiere, crediamo opportuno di fare di esso l'oggetto di una trattazione generale, la quale tenga conto di tutte le perdite più importanti e possa servire di guida, qualunque siano le condizioni del mercato.

Perdite per isteresi e correnti parassite in nuclei a diametri variabili.

1. Nel fare il confronto fra due nuclei da adibirsi alla stessa macchina e costrutti con lamiere diverse, allo scopo di stabilire quale sia il più economico, cioè di determinare il valore del rapporto $\frac{C'}{C}$, dobbiamo, come detto, porre la parità di condizioni tecniche fra di

Digitized by Google

essi; cioè indicando rispettivamente con W_i, W_p, W_a le perdite per isteresi, quelle per correnti parassite nella massa, e quelle addizionali sulla superficie del primo nucleo, e con W_i', W_p', W_a' le perdite corrispondenti del secondo nucleo, dovremo porre la condizione:

$$W_i + W_a + W_p = W_i' + W_a' + W_p'$$

Notiamo però che, data l'incertezza sul modo di esprimere W_a relativo alle perdite addizionali, e data la differente natura delle espressioni di W_i e W_p, nessuna conclusione matematica semplice si potrebbe così ricavare; è neçessario quindi rinunciare alla soluzione teorica generale, e procedere per approssimazione, facendo delle ipotesi semplificative accettabili nei casi pratici più importanti.

Possiamo trascurare W_a e W_a', che si riferiscono in parte alle perdite della lanterna (e non al nucleo che qui consideriamo) ed in parte alle perdite per correnti parassite superficiali sul nucleo, che oggidì si sanno quasi completamente eliminare con una buona lavorazione di taglio, ed eventualmente con buone lavorazioni accessorie sulle lamiere tagliate e sul nucleo ultimato.

Sappiamo che allo scopo di ridurre dette perdite addizionali conviene procedere come segue nella costruzione:

1° Allontanare dal traferro i bulloni di compressione della lanterna.

2° Allungare il nucleo magnetico oltre le fronti delle espansioni polari; fare i dischi frontali di minor diametro del nucleo; fare tali dischi in materiale diamagnetico.

3° Acquistare lamiera dolce, facile a tagliarsi, e lavorarla con utensili ben temprati e con macchine precise e robuste, esenti da vibrazioni.

4° Ribattere al martello meccanico gli orli lavorati delle lamiere, ed eventualmente anche ricuocerle dopo lavorate.

5° Non fare sul nucleo montato alcuna lavorazione di tornitura, fresatura o piallatura, onde evitare nuove sbavature o formazione di pulviscolo metallico.

6° Quando occorra di fare tali lavorazioni sul nucleo montato, farle con utensili ben taglienti, e ripulire il tutto con getto di aria compressa che elimina parte della limatura.

Dette perdite addizionali, del resto, riguardano la scelta del tipo di indotto ed il modo di lavorazione, e non riguardano la scelta che stiamo qui studiando dei materiali del nucleo laminato. Notiamo incidentalmente che tali perdite vanno diminuendo quando si riducono i volumi e le superficie, epperciò che pel secondo nucleo più piccolo

Digitized by Google

sarà a parità di lavorazione $W_a' < W_a$; qualora perciò si considerassero W_a e W_a' si sarebbe indotti, in quanto li riguarda, a scegliere la lamiera migliore.

Potremo dunque porre come relazione fondamentale approssimata:

$$W_i + W_p = W_i' + W_p'$$

dove W_p, W_p' si riferiscono alle correnti parassite interne alle lamine (non superficiali) dei due nuclei. Nessuna relazione matematica semplice si può però ancora ricavare da tale uguaglianza; una qualche utile considerazione di orientamento possiamo avere invece ponendoci la doppia condizione più restrittiva:

$$W_i = W_i' \quad ; \quad W_p = W_p'$$

Infatti, supponiamo di fare colle due qualità di lamiere due nuclei di indotti interni e rotanti, da adibirsi ad una stessa ordinaria macchina a corrente continua, cioè due nuclei con ugual diametro esterno sul traferro, uguale lunghezza magnetica assiale; avremo:

$$D = D' \quad ; \quad L = L'. \quad ; \quad d' > d$$

come indica la figura 1; avendo per ipotesi poi lo stesso induttore saranno uguali fra loro il flusso per polo e la frequenza nei due casi, cioè:

$$\Phi_a = \Phi'_a \quad ; \quad F = F'$$

Il secondo nucleo, costrutto con lamiera migliore, cioè con un coefficiente η' di isteresi minore di quello η relativo alla lamiera del primo nucleo, dovrà, com'è facile vedere, avere, a parità di perdite di isteresi, cioè per $W_i = W_i'$, un volume minore di ferro, cioè un raggio medio r' diverso da r; sarà r' maggiore di r nel caso considerato di $D = D'$, cioè di indotto interno posto entro un induttore convergente, ossia nel caso ordinario delle macchine a corrente continua (fig. 1); sarà invece r' minore di r nel caso di $d = d'$ e $D' < D$, cioè di due nuclei esterni posti attorno ad uno stesso ordinario induttore divergente di alternatore (fig. 2); in ogni caso sarà $s_a' < s_a$, essendo s_a' ed s_a le sezioni magnetiche della corona di ferro pei due nuclei di lamiera diversa; allora è chiaro *a priori*, e del resto lo vedremo meglio fra poco, che fra i due nuclei costrutti con lamiera di diversa qualità ed uguale spessore e con diverso raggio medio, mentre abbiamo fatto in modo che sussista la relazione

Digitized by Google

$W_i = W_i'$, non sussisterà più l'altra relazione $W_p = W_p'$, ma precisamente, avendosi:

$$\Phi_a = \Phi'_a \quad ; \quad F = F'$$

sarà:

$$W_p' > W_p$$

le perdite per correnti parassite sono proporzionali ai volumi ed ai quadrati delle induzioni; passando dal primo al secondo caso, il fat-

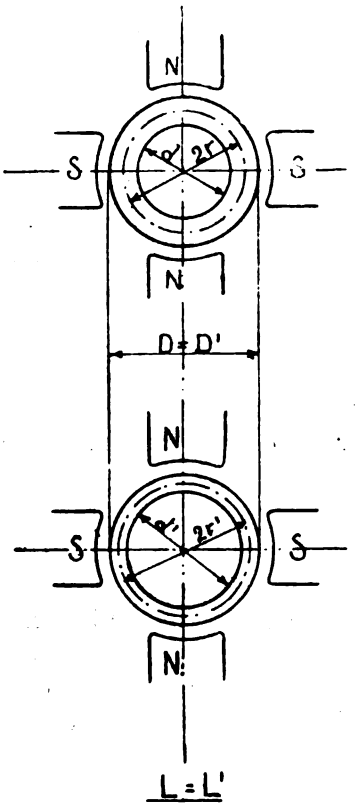


Fig. 1.

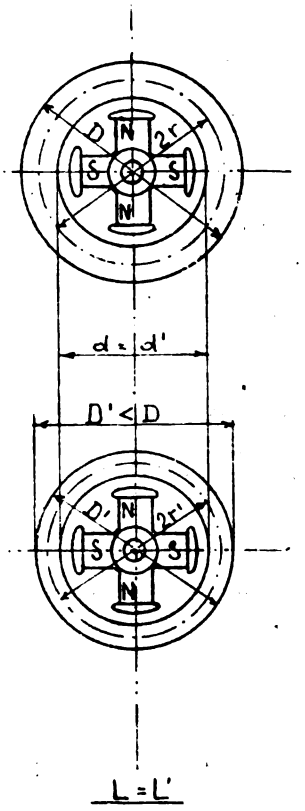


Fig. 2.

tore d'induzione ha aumentato di più di quanto abbia diminuito il volume.

Per riportare il secondo nucleo, che soddisfa già alla relazione $W_i = W_i'$ anche alla condizione $W_p = W_p'$, sarà necessario ritoccarlo in modo da ridurne le perdite per correnti parassite interne, la qual cosa si potrà raggiungere, per esempio, facendo il secondo nucleo

Digitized by Google

con una lamiera di spessore e' minore di quello e della prima lamiera.

Riassumiamo, dopo di ciò, il problema che ci si presenta da risolvere, cioè enumeriamo i dati e le incognite che abbiamo.

Consideriamo come dato il primo nucleo, supposto per ora del tipo ad indotto interno, e che siano noti $D.\ L.\ r.\ s_a.\ \eta.\ e$; saranno allora noti pure, nelle ipotesi fatte, pel secondo nucleo: $D' = D$, $L' = L$; noi dobbiamo naturalmente supporre qui che venga fissata la qualità della lamiera con cui si vuole costruire il secondo nucleo, cioè il coefficiente η', e proporci, a parità di perdite totali, di stabilire se il costo totale C' del secondo nucleo è minore o maggiore di quello corrispondente C del primo. Ora, trascurando nel prodotto il rapporto dei pesi specifici delle due qualità di lamiera, che sarà molto prossimamente uguale all'unità, si ha evidentemente:

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{2\pi r' . s_a'}{2\pi r . s_a} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{r'}{r} \cdot \frac{s_a'}{s_a} .$$

Dunque, per ricavare $\frac{C'}{C}$ e vedere se sia $C' \lessgtr C$, cioè se in definitiva meglio convenga la lamiera unitariamente più costosa ma migliore e più sottile oppure quella meno costosa ma meno buona e più spessa, ci occorre saper ricavare:

1° $\frac{s_a'}{s_a}$ = rapporto delle sezioni utili, cioè di avere s_a';

2° il correlativo valore del rapporto $\frac{r'}{r}$ dei raggi medi, ossia il valore di r';

3° il rapporto $\frac{c'}{c}$ dei costi unitari, ossia il costo unitario c'.

Ora r ed s_a sono per ipotesi noti, ed è noto, dai listini, pure il costo unitario c della lamiera del primo nucleo, poichè sono dati per essa sia η che e, cioè sia la qualità che lo spessore; per la seconda lamiera invece si è fissato solo η'; per conoscere c' occorrerà dunque calcolare lo spessore e' della seconda lamiera, quello spessore cioè che occorre assegnare ad essa onde nei due nuclei per cui già sussiste la relazione $W_i = W_i'$ sussista contemporaneamente la relazione $W_p = W_p'$.

Il problema dunque si riduce, essendo dati $D.\ L.\ r.\ s_a.\ \eta.\ e.$ ed η' a calcolare $s_a'.\ r'.\ e'$, poichè, noti η' ed e' si potrà dai listini ricavare c' e quindi calcolare $\frac{s_a'}{s_a}$, $\frac{r'}{r}$, $\frac{c'}{c}$, epperciò $\frac{C'}{C}$.

Digitized by Google

Orbene, la condizione $W_i = W_i'$ si traduce, nelle ipotesi fatte, nella seguente relazione:

$$\eta \,.\, F \,.\, \left(\frac{\Phi_a}{s_a}\right)^{1.6} . \, 10^{-7} . \, 2\pi r \,.\, s_a = \eta' . \, F \left(\frac{\Phi_a}{s_a'}\right)^{1.6} . \, 10^{-7} . \, 2\pi r' . \, s_a' ;$$

da cui si ha:

$$\frac{\eta \,.\, r}{s_a^{\,0.6}} = \frac{\eta' . \, r'}{s_a'^{\,0.6}} \quad ; \quad \left(\frac{s_a'}{s_a}\right)^{0.6} = \frac{r'}{r} \frac{\eta'}{\eta} ,$$

cioè:

$$\frac{s_a'}{s_a} = \left(\frac{r'}{r} \,.\, \frac{\eta'}{\eta}\right)^{\frac{1}{0.6}} = \left(\frac{r'}{r} \,.\, \frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.67} \qquad [1]$$

In questa equazione, dove è noto $\frac{\eta'}{\eta}$, figurano due incognite, cioè $\frac{s_a'}{s_a}$, $\frac{r'}{r}$; ma fra di esse sussiste una seconda relazione necessaria che si deriva da considerazioni geometriche (vedi fig. 1); infatti la sezione netta del primo nucleo è data da:

$$s_a = \frac{D-d}{2} \,.\, L = L\left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right);$$

d'altra parte il raggio medio r è dato da:

$$r = \frac{D+d}{2} \, \frac{1}{2} ,$$

perciò:

$$\frac{d}{2} = 2r - \frac{D}{2} .$$

Quindi si ha:

$$s_a = L\left(\frac{D}{2} - 2r + \frac{D}{2}\right) = L \,.\, (D - 2r).$$

Pel secondo nucleo si ha analogamente:

$$s_a' = L'(D' - 2r');$$

cioè, nelle ipotesi fatte:

$$s_a' = L(D - 2r').$$

Digitized by Google

Perciò finalmente si ricava:

$$\frac{s_a'}{s_a} = \frac{D - 2r'}{D - 2r} = \frac{\frac{D}{r} - 2\left(\frac{r'}{r}\right)}{\frac{D}{r} - 2} \qquad [2]$$

nella quale figurano le due sole incognite $\frac{s_a'}{s_a}$ ed $\frac{r'}{r}$.

La relazione precedente si riferisce al caso di indotto interno, cioè a $D' = D$ (fig. 1); pel caso ordinario di alternatori, cioè per $d' = d$ (fig. 2), essa va modificata come segue: si ha ancora:

$$s_a = L\left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2}\right) \quad \text{ed} \quad r = \frac{D+d}{2}\,\frac{1}{2};$$

dall'ultima uguaglianza si può però ricavare:

$$\frac{D}{2} = 2r - \frac{d}{2},$$

e quindi sostituendo:

$$s_a = L\,(2r - d).$$

Analogamente sarà:

$$s_a' = L'\,(2r' - d') = L\,(2r' - d),$$

epperciò si avrà:

$$\frac{s_a'}{s_a} = \frac{2r' - d}{2r - d} = \frac{2\frac{r'}{r} - \frac{d}{r}}{2 - \frac{d}{r}}, \qquad [2']$$

nella quale pure figurano le due sole incognite $\frac{s_a'}{s_a}$ ed $\frac{r'}{r}$.

Dato l'esponente frazionario della equazione [1] non si può arrivare ad una espressione algebrica semplice per le due incognite, le quali però riescono da dette due equazioni perfettamente determinate; uguagliando i secondi membri si potrà, per esempio, ricavare, nel caso della figura 1:

$$\left(\frac{r'}{r}\right)^{\frac{1}{0.6}} \cdot \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{\frac{1}{0.6}} = \frac{\frac{D}{r} - 2\left(\frac{r'}{r}\right)}{\frac{D}{r} - 2};$$

Digitized by Google

cioè:

$$\left(\frac{r'}{r}\right)^{1.67} \times \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.67} \times \left(\frac{D}{r} - 2\right) + 2\left(\frac{r'}{r}\right) - \frac{D}{r} = 0;$$

di qui si può avere, per approssimazioni successive, $\left(\frac{r'}{r}\right)$ in base ai valori noti di $\frac{D}{r}$ ed $\frac{\eta'}{\eta}$; sostituendo poi il valore di $\frac{r'}{r}$ nella equazione [2] si ha $\frac{s_a'}{s_a}$, e così il secondo nucleo rimane completamente determinato nelle sue dimensioni s_a'. r'. L' (1).

Rimane a determinare lo spessore delle lamiere e' che conduce i due nuclei a soddisfare pure alla condizione $W_p = W_p'$.

Ora tale condizione si traduce, nelle ipotesi qui fatte, relative alla figura 1 oppure alla 2, cioè di:

$$\Phi_a = \Phi_a' \quad ; \quad F = F' \quad ; \quad L = L'$$

e di:

$$D = D' \text{ oppure } d = d',$$

nella seguente equazione:

$$0.16 \cdot e^2 \cdot F^2 \left(\frac{\Phi_a}{s_a}\right)^2 \cdot 10^{-14} \cdot 2\pi r \cdot s_a \cdot = 0.16 \cdot e'^2 \cdot F'^2 \left(\frac{\Phi_a}{s_a'}\right)^2 \cdot 10^{-14} \cdot 2\pi r' \cdot s_a';$$

qui tutte le dimensioni sono in centimetri, ad eccezione di e ed e' che s'intendono espressi in decimi di millimetro. Ne segue che:

$$\frac{e^2 \cdot r}{s_a} = \frac{e'^2 \cdot r'}{s_a'},$$

cioè:

$$\left(\frac{e'}{e}\right)^2 = \frac{r}{r'} \cdot \frac{s_a'}{s_a} \qquad [3]$$

Da questa si ricava lo spessore e', che riconduce il secondo nucleo di volume ridotto all'uguaglianza delle perdite per correnti parassite, e quindi delle perdite totali, e che perciò ristabilisce la uguaglianza delle condizioni fra i due nuclei.

---

(1) Analogamente si procederebbe nel caso della fig. 2, facendo uso delle 2 equazioni [1] e [2'].

Digitized by Google

In base ad η' ed e' si cerca nei listini c' e si calcola:

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{r'}{r} \cdot \frac{s_a'}{s_a}$$

che ci permette di stabilire quale è la lamiera in definitiva più economica.

Si osserverà che in un calcolo approssimato le perdite per correnti parassite si possono soventi trascurare di fronte a quelle per isteresi, e che quindi si può tralasciare la correzione nello spessore delle lamiere che si riferisce all'uguaglianza di esse perdite, cioè alla $W_p = W_p'$; allora è chiaro che se si suppongono due nuclei con diversa qualità di lamiera ($\eta' < \eta$), ma con eguali spessori di lamiera, e' sarà senz'altro noto, avendosi $e' = e$; perciò basterà ricavare $\frac{s_a'}{s_a}$ ed $\frac{r'}{r}$ dalle equazioni [1] e [2], oppure [1] e [2']; per la prima lamiera sono noti η, e, c; per la seconda sono noti η', e', e quindi dai listini si ha c'; si può quindi subito calcolare:

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{r'}{r} \cdot \frac{s_a'}{s_a}$$

e vedere se sia $C' \gtrless C$.

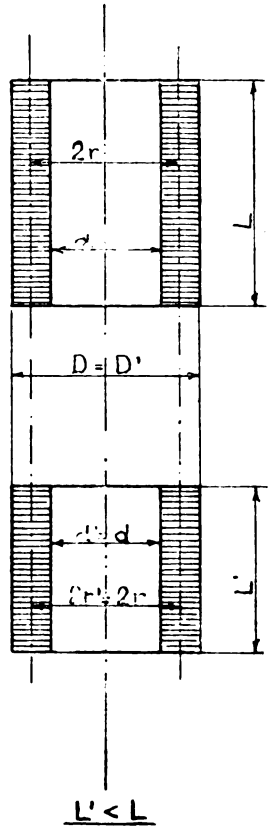


Fig. 3.

Perdite per isteresi e correnti parassite su nuclei a lunghezze variabile.

2. Il procedimento precedente conduce ad una equazione con esponenti frazionari che non può essere risolta sotto forma generale; possiamo evitare questa difficoltà, semplificare i calcoli ed avere un mezzo per ricavare subito una qualche conclusione pratica, immaginando di fare (se non nella effettiva esecuzione, almeno in considerazioni di orientamento relative alla scelta dei materiali) la riduzione di volume sul secondo nucleo costrutto con lamiera migliore (cioè avente $\eta' < \eta$) non con variazioni di diametri, ma con variazione nella lunghezza assiale magnetica utile, cioè facendo L' minore di L, ma $D = D'$, $d = d'$; epperciò:

$$r = \frac{D + d}{4} = \frac{D' + d'}{4} = r';$$

Digitized by Google

nonchè:

$$K = \frac{D-d}{2} = \frac{D'-d'}{2} = K',$$

essendo K e K' gli spessori radiali delle corone.

Allora la condizione $W_i = W_i'$ ci dà:

$$\eta . F . \left(\frac{\Phi_a}{L . K}\right)^{1.6} . 10^{-7} . 2\pi r . K . L = \eta' . F' \left(\frac{\Phi_a}{L' . K}\right)^{1.6} . 10^{-7} . 2\pi r . K . L'$$

$$\frac{\eta}{L^{0.6}} = \frac{\eta'}{L'^{0.6}} \; ; \; \frac{\eta'}{\eta} = \left(\frac{L'}{L}\right)^{0.6} \; ; \; \frac{L'}{L} = \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{\frac{1}{0.6}} = \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.67} \qquad [1]$$

Qui L' ed L sono le lunghezze magnetiche utili ($0.85 \div 0.90$ di quelle effettive che tengono conto degli isolanti fra le lamiere e dei canali di ventilazione). Questa relazione ci permette di ricavare L'; cioè di individuare in volume il secondo nucleo da costruirsi con lamiera di coefficiente η' e che deve avere uguali perdite di isteresi di un primo nucleo di cui sono noti $D = D'$, $d = d'$, $K = K'$, $r = r'$, $\eta > \eta'$ ed e spessore delle lamiere.

Abbiamo poi la relazione:

$$\frac{s_a'}{s_a} = \frac{K' L'}{K L} = \frac{L'}{L} \qquad [2]$$

che ci permette di avere $\frac{s_a'}{s_a}$ dopo aver calcolato L' con la prima relazione.

Il secondo nucleo avrà $W_i = W_i'$; ma come risulta dalle espressioni di W_p e W_p' per L' minore di L, cioè $s_a' < s_a$, si avrà $W_p' > W_p$; onde ricondurre il secondo nucleo all'uguaglianza anche delle perdite per correnti parassite, cioè alla condizione $W_p' = W_p$, epperciò alla parità di perdite totali, occorrerà ridurre lo spessore e' delle lamine del secondo nucleo rispetto a quelle e del primo, e ciò in base alla relazione seguente:

$$0.16 . e^2 . F^2 \left(\frac{\Phi_a}{K L}\right)^2 . 10^{-14} . 2\pi r . K . L = 0.16 . e'^2 . F^2 \left(\frac{\Phi_a}{K L'}\right)^2 . 10^{-14} . 2\pi r . K . L$$

$$\frac{e^2}{L} = \frac{e'^2}{L'},$$

cioè:

$$\frac{e'^2}{e^2} = \frac{L'}{L} \qquad [3]$$

Digitized by Google

Paragonando l'equazione [1] colla [3] si ha:

$$\left(\frac{e'}{e}\right)^2 = \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{\frac{1}{0.6}}, \qquad [4]$$

equazione facilmente risolvibile.

Dalla relazione [3] o dalla [4] si ricava e'; dato η' e noto e' si può quindi avere dai listini c'; epperciò essendo dati pel primo nucleo $D.\ r.\ L.\ s_a.\ \eta.\ e$, essendo dati pel secondo nucleo $\eta'.\ D' = D$, $d' = d$, $r' = r$, $K' = K$, essendosi ricavati, come sopra detto, pel secondo nucleo, i valori di $L'.\ s_a'.\ e'$, epperciò di c', si può calcolare subito:

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{r'}{r} \cdot \frac{s_a'}{s_a} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{L'}{L}.$$

e vedere se sia C' maggiore di C, cioè più conveniente la seconda o la prima lamiera.

Anche qui se si trascura nelle nostre considerazioni la variazione nelle perdite per correnti parassite, epperciò si evita la correzione nello spessore delle lamiere, sarà senz'altro $e' = e$; allora si potrà ragionare semplicemente in base alle equazioni [1] e [2] e cioè calcolare subito:

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{r'}{r} \cdot \frac{s_a'}{s_a} = \frac{c'}{c} \cdot \frac{s_a'}{s_a} = \frac{c'}{c} \quad \frac{L'}{L} = \frac{c'}{c}\left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.67}$$

Qui, per ipotesi, c' è maggiore di c: ma $\eta' < \eta$; a seconda dei casi si avrà $C' \gtrless C$.

Notiamo che variando il volume nel modo ora detto, cioè con variazione di lunghezza assiale, si varia pure la sezione e la riluttanza del traferro, epperciò non sussiste più l'uguaglianza dell'induttore; ma, come ho detto, tale variazione di volume può farsi utilmente in una prima considerazione preliminare di orientamento, salvo poi nel calcolo definitivo e nella effettiva esecuzione a fare la variazione di volume, con variazione di diametri, ossia con una variazione di indotto che non alteri sensibilmente le condizioni dell'induttore, oppure ad esaminare anche l'induttore e vedere se le modificazioni occorrenti in lunghezza sono vantaggiose o meno.

Queste considerazioni, basate su variazione di lunghezza dell'indotto, inducono a conclusioni più semplici delle altre basate su variazioni di diametri; ma sono adunque solo apparentemente più semplici

Digitized by Google

perchè implicano una variazione sensibile nelle condizioni dell'induttore e quindi la necessità, nello stabilire i confronti a parità di condizioni, di fare pure un ulteriore studio di confronto fra gli induttori.

Esempio pratico.

3. Riferiamoci al caso pratico di due lamiere per cui siano:

$$\eta = 0.003 \quad ; \quad \eta' = 0.002 \quad ; \quad e' = e = {}^5/_{10}\ \text{mm.}$$
$$c = 0.37 \quad ; \quad c' = 0.47 \text{ lire per chilogramma;}$$

per la parità di perdite di isteresi risulta:

$$\frac{s_a'}{s_a} = \frac{L'}{L} = \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.67} = \left(\frac{0.002}{0.003}\right)^{1.67} = 0.507.$$

Senonchè dovrà farsi e' minore di e, e precisamente mentre $e = {}^5/_{10}$ mm.; e' dovrà essere minore; ~~e~~ dovrà essere per la parità di perdite per correnti parassite:

$$\left(\frac{e'}{e}\right)^2 = \frac{L'}{L}$$

cioè:

$$e'^2 = e^2 \frac{L'}{L}$$

ossia:

$$e' = \sqrt{e^2 \frac{L'}{L}} = \sqrt{25 \times 0.507} = 3.56 \text{ decimi di millimetro.}$$

Ma con tal nuovo valore di e' il valore di $c' = 0.47$ relativo ad $\eta' = 0.002$ ed $e' = {}^5/_{10}$ viene ad aumentare, e, come risulta dai listini, aumenta di circa il 25 per cento; il definitivo valore di c' sarà perciò $c' = 1.25 \times 0.47 = 0.59$. Allora si ha:

$$\frac{C'}{C} = \frac{0.59}{0.35} \cdot 0.507 = 0.855$$

cioè:

$$C' < C.$$

Oggi, in base al rimborso delle dogane sulle lamiere sottili che entrano in Italia, risultano però variati c e c' da quanto indicato nell'esempio, precisamente $c = 0.35 - 0.12 = 0.25$, e $c' = 0.59 - 0.12 = 0.47$; perciò si avrebbe per l'esempio fatto:

$$\frac{C'}{C} = \frac{0.47}{0.23} 0.507 \simeq 1.$$

Digitized by Google

A parità di C' e di C conviene però la lamiera migliore in causa della riduzione di peso del nucleo, cioè della riduzione di spese di trasporti e dogane estere, della diminuzione di peso sull'albero e della perdita di attrito nei perni, della riduzione del rame indotto; la lamiera migliore poi del secondo nucleo conduce ad un minor consumo degli utensili molto costosi e che sono necessari pel suo taglio.

Obbiezioni.

4. Alle conclusioni che risultano dalle formole precedenti potrebbe farsi l'*obbiezione* che, se il confronto è fatto a parità di perdite fra i due nuclei costrutti con lamiera diversa, non è fatto però a parità di tutte le altre condizioni generali della macchina.

a) Si osserverà, ad esempio, che variando lo spessore delle lamiere non si può però praticamente variare in corrispondenza lo spessore dell'isolante frapposto fra le lamine, il quale ha un valore minimo, che indicheremo con s, al disotto del quale non si può discendere; perciò può accadere che colle variazioni fatte nel nucleo varii in determinate condizioni la riluttanza specifica, ossia la permeabilità magnetica di esso, e variino quindi le condizioni del circuito magnetico generale della macchina; ma si può dimostrare facilmente che tale influenza dell'isolante, la quale sconsiglierebbe una eccessiva suddivisione del nucleo, non merita, entro i limiti pratici qui esaminati, di essere presa in considerazione. Infatti, anzitutto la riluttanza dell'indotto è una piccolissima parte della riluttanza generale della macchina, epperciò una piccola variazione nella prima riluttanza riesce una piccolissima variazione nella seconda.

Inoltre il coefficiente di utilizzazione del nucleo, cioè il rapporto fra il volume utile v_u rappresentato dal metallo magnetico, ed il volume totale v_t risulta dato, nel caso delle variazioni di lunghezza da:

$$\sigma = \frac{v_u}{v_t} = \frac{2\pi r \,.\, K \,.\, N \,.\, e}{2\pi r \,.\, K \,.\, N \,.\, (e+s)} = \frac{e}{e+s};$$

dove N è il numero delle lamiere ed e lo spessore di esse.

Supposta, per esempio, effettuata la variazione di volume con variazione di lunghezza assiale e costanza di diametri, si ha perciò che pel primo nucleo il coefficiente è:

$$\sigma = \frac{1}{1+\frac{s}{e}};$$

Digitized by Google

mentre pel secondo nucleo è:

$$\sigma' = \frac{1}{1 + \frac{s}{e'}},$$

dove e' è minore di e; per $e = {}^5/_{10}$ ed $s = {}^5/_{100}$ si ha $\sigma = 0.91$; per $e' = {}^3/_{10}$ ed $s = {}^5/_{100}$ si avrebbe $\sigma' = 0.86$. Ora, la variazione da $e = {}^5/_{10}$ ad $e' = {}^3/_{10}$ è sempre sufficiente a riportare la parità di perdite totali per le ordinarie variazioni pratiche di η da 0.0015 a 0.003, come indica chiaramente la relazione

$$\left(\frac{e'}{e}\right)^2 = \left(\frac{\eta'}{\eta}\right)^{1.670}.$$

Quindi la variazione di σ' rispetto a σ è ordinariamente trascurabile. Del resto è da notarsi che se è vero che è $\sigma' < \sigma$, epperciò che in riguardo agli isolanti il secondo nucleo è più riluttante del primo, d'altra parte è da notare che avendosi pel secondo nucleo $\eta' < \eta$, si avrà pure in esso un ferro il quale è più permeabile, il che compensa ampiamente l'influenza prima accennata dell'isolante; è infatti dimostrato che col decrescere di η aumenta la permeabilità.

b) Potrebbe obbiettarsi pure che una riduzione nelle dimensioni del nucleo altera, anche a parità di permeabilità, la riluttanza dell'indotto e quindi la riluttanza generale della macchina, costringendo il costruttore, nel secondo caso di nucleo a volume ridotto, ad aumentare l'eccitazione dell'induttore onde riportarsi alla condizione $\Phi_a = \Phi_a'$, posta a base dei calcoli, e quindi a spendere nell'induttore una parte di quanto risparmia nell'indotto. Ma osserveremo subito che se questo è vero nel caso teorico generale, non ha qui una seria importanza pratica; infatti è evidente che la variazione nello spessore K di corona, ossia del raggio medio r che in base alle considerazioni sviluppate al paragrafo 1 si deve fare in relazione ai valori pratici estremi di η, è tale da condurre ad una variazione di riluttanza d'indotto, la quale è trascurabile rispetto alla riluttanza del circuito magnetico generale. Quanto alla variazione che si potrebbe fare in L partendo dall'altro ordine accennato di considerazioni (paragrafo 2) è una variazione che, come già detto, noi abbiamo immaginato di fare per stabilire più facilmente, in un primo calcolo di orientamento, la convenienza o meno della lamiera migliore e più costosa, ma che nell'effettiva applicazione, volendosi conservare invariata la forma di induttore, potrà sempre essere tradotta in quanto riguarda l'economia di materiali del nucleo indotto in una equivalente variazione di diametri medi riportandoci così

Digitized by Google

alla considerazione precedente, cioè alla costanza del traferro e dell'induttore.

c) Altre obbiezioni potrebbero farsi in relazione alle variate condizioni delle superficie raffreddanti; noi ne tralasciamo però qui la discussione. Noteremo da una parte che le formole fondamentali poste a base della trattazione sono approssimate e non meritano quindi di svolgere su di esse un calcolo esattissimo che sarebbe troppo complicato per le pratiche applicazioni; e d'altra parte noteremo ancora che l'errore fatto in un senso, trascurando la riduzione dannosa di superficie raffreddante pel caso del secondo nucleo, è da ritenersi che sia ampiamente controbilanciato dall'errore fatto in senso opposto, trascurando la riduzione vantaggiosa che avviene, col diminuire della superficie esterna del nucleo, delle perdite per correnti parassite superficiali.

d) Noteremo infine che molte volte, nella pratica applicazione delle presenti considerazioni, l'aumento che avviene nelle perdite per correnti parassite colla riduzione di volume che vien fatta nel primo passo in cui si uguagliano le perdite per isteresi, può altrimenti compensarsi che colla riduzione immaginata, e piuttosto costosa, nello spessore delle lamiere; si può, per esempio, nel secondo nucleo conservare ancora lo spessore iniziale di 0,5 m. m. e ridurre il suo volume in una proporzione minore di quella che comporterebbe la uguaglianza dell'isteresi, in altri termini, fare $W_i' < W_i$ di tanto quanto corrisponde a $W_p' > W_p$; ordinariamente si otterrà così una trasformazione più economica del primo nucleo.

Conclusione.

5. Riassumendo:

Abbiamo trovato delle formole generali le quali tengono conto sia delle perdite per isteresi che di quelle dovute alle correnti parassite interne nel nucleo; esse ci permettono in ogni caso speciale di scegliere la lamiera più economica, e ciò sia in riguardo alla sua qualità, cioè al coefficiente di isteresi, sia in relazione allo spessore.

Le conclusioni possono variare nei singoli casi in favore o meno della lamiera migliore, più sottile e più costosa. Abbiamo osservato come siano trascurabili le variazioni delle permeabilità del nucleo e della riluttanza generale; abbiamo invero da una parte trascurato, nella riduzione di volume che avviene sul nucleo fatto con lamiera migliore, l'influenza nociva della riduzione di alcune superficie raffreddanti, influenza la quale tende ad aumentare l'eccesso di temperatura sul nucleo migliore; d'altra parte però abbiamo trascurato

Digitized by Google

l'influenza vantaggiosa che ha detta riduzione di superficie nel ridurre le perdite W_a per correnti parassite superficiali; la pratica esperienza dimostra che il trascurarle corrisponde molto soventi ad eliminare nelle considerazioni un termine contrario e molto più importante di quello relativo alla superficie raffreddante.

Dobbiamo notare però ancora che nel nucleo formato con lamiera migliore e più sottile, avendosi minor volume e minor peso, sono ridotti i costi della lanterna, dell'albero, dei supporti; sono ridotte le spese di trasporto, montaggio e dogana d'importazione in paesi esteri, ridotte le perdite di attrito nei perni; che per esso è minore il consumo di utensili, minori talvolta anche la spesa e le perdite di energia relative al rame indotto; assottigliando il nucleo di un indotto ad anello, è evidente, ad esempio, che si migliora in riguardo al rame d'indotto.

Quindi, aggiungendo queste considerazioni ai risultati a cui siamo venuti negli esempi pratici fatti (risultati che ci dimostrano in detti casi speciali la convenienza, per quanto riguarda il nucleo, di far uso di lamiera migliore e più sottile, benchè più costosa), siamo indotti a concludere che *nelle condizioni attuali del mercato di materia prima e della produzione, converrà molto soventi in definitiva spendere di più unitariamente sulla lamiera onde economizzare nel costo totale;* ma non è escluso il caso in cui la conclusione possa essere diversa, dipendendo questa da condizioni continuamente variabili di acquisto e di lavorazione; le nostre formole generali possono quindi riuscire utili per risolvere in ogni caso il problema della scelta più economica, e ciò con un'approssimazione che riteniamo sia generalmente sufficiente per questo genere di considerazioni. È chiaro che le considerazioni svolte potrebbero facilmente estendersi con trattazioni analoghe ai trasformatori ed ai motori a corrente alternata; data però la grande varietà di tipi e di forme di tali apparecchi non abbiamo creduto per ora opportuno di farlo. Ci siamo limitati all'esame di quelle macchine per le quali ormai il tipo ordinariamente oggi in uso può ritenersi come definitivo e cioè alle generatrici e motori a corrente continua, agli alternatori ed al motori sincroni.

Digitized by Google

N. 42.

SOPRA IL COMPORTAMENTO DI DUE LINEE TRIFASI

FUNZIONANTI IN PARALLELO

COMUNICAZIONE

fatta dall' **Ing. GIOVANNI ANFOSSI** *alla Sezione di Genova nella Seduta del 7 dicembre 1905.*

Il problema che considero è il seguente:

Supponiamo che dall'officina generatrice partano due linee: una alimentata direttamente dalle sbarre alla tensione E_0, l'altra ad una tensione $n\,E_0$ ottenuta mediante trasformatori.

Quest'ultima faccia capo ad una sottostazione ove si trovino altri trasformatori aventi l'identico rapporto di trasformazione, il cui secondario sia senz'altro collegato in quantità sui fili della prima linea. Mi propongo di studiare come si comportino tali due linee ed esporrò

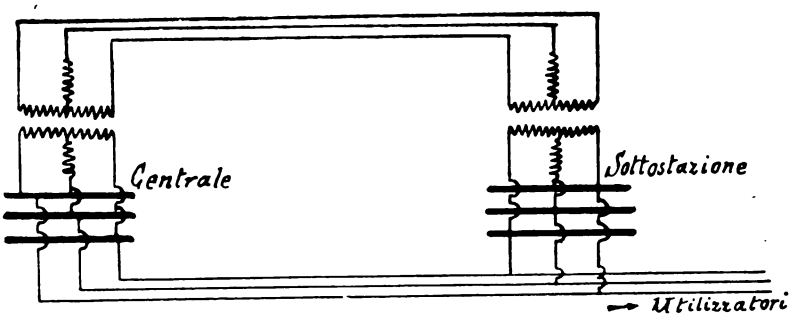


Fig. 1.

i risultati ottenuti in un impianto ove viene appunto utilizzata tale disposizione (fig. 1).

Ritengo che il caso sia abbastanza infrequente nell'esercizio delle trasmissioni elettriche, e che, come tale, possa forse essere per alcuno di qualche interesse. Del resto le identiche considerazioni si presterebbero anche nel caso che ambedue le linee fossero provviste, o meno, di trasformatori.

*
* *

Supposto costante il voltaggio alla centrale, è evidente che la ripartizione della corrente fra le due linee sarà solo funzione delle rispettive impedenze.

Digitized by Google

Ora l'impedenza della linea a bassa tensione si trova immediatamente conoscendone la lunghezza, come pure la resistenza ohmica, il diametro e la distanza dei fili. Per la linea a tensione soprelevata invece bisogna prendere anche in considerazione i trasformatori.

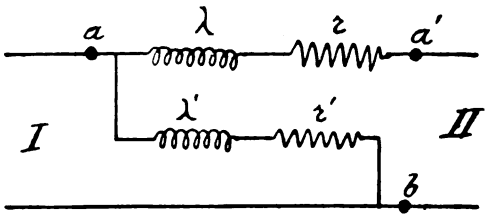


Fig. 2.

È noto che un trasformatore monofase si può assimilare a due impedenze collocate una in serie e una in derivazione sul circuito da alimentare, come è indicato in fig. 2, dove a, b rappresentano i capi dell'avvolgimento primario e a', b quelli del secondario.

Secondo il Kapp le resistenze ohmiche r, r' e le induttanze λ, λ' hanno le seguenti espressioni in unità pratiche:

$$\left.\begin{aligned} r' &= \frac{1}{\delta H}\left(\frac{e}{1000}\right)^2 \frac{i_h}{i_0}\, 10^5 \\ \lambda' &= \omega L' = \frac{1}{\delta H}\left(\frac{e}{1000}\right)^2 \frac{i_\mu}{i_0}\, 10^5 \\ r &= r_1 + \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 r_2 \\ \lambda &= \omega L = \frac{\sigma}{H}\left(\frac{e}{1000}\right)^2 10 \end{aligned}\right\} \quad [1]$$

dove:

H è il carico primario in $K\,V\,A$;

i_0 la corrente a vuoto;

i_h, i_μ le sue componenti wattata e dewattata;

n_1, n_2 i numeri di spire primarie e secondarie;

δ il valore della corrente a vuoto in per cento della corrente normale;

σ la perdita induttiva di tensione in per cento della tensione normale;

e la tensione ai poli del primario;

r_1, r_2 le resistenze ohmiche degli avvolgimenti primario e secondario;

L, L' i coefficienti d'autoinduzione delle impedenze costituite ipoteticamente al trasformatore.

$$\omega = 2\pi f \qquad (f = \text{frequenza}).$$

Digitized by Google

L'impedenza (r', λ') serve per tener conto della corrente, sempre assai piccola, che passa nel primario anche quando il secondario è aperto.

Un trasformatore trifase in cui primario e secondario siano connessi a stella potrebbe quindi sostituirsi col sistema rappresentato in fig. 3. Però, se i tre circuiti sono equilibrati, come possiamo supporre, è lecito semplificare le nostre considerazioni prendendo in esame uno solo dei rami della stella ed immaginando che i centri, sia del trasformatore trasmettitore che del ricevitore siano a terra. Saremo allora ridotti al caso di due trasformatori monofasi collegati da una linea di cui uno dei fili è privo di resistenza e d'induttanza. Naturalmente, la tensione ai capi di tali trasformatori sarà la tensione stellata.

Inoltre, come vedremo in seguito, l'impedenza (r', λ') è talmente grande di fronte all'impedenza (r, λ) che potremo senz'altro ritenere trascurabile la corrente che vi passa.

Quest'ipotesi, che rinviene a trascurare la corrente a vuoto di fronte alla corrente normale, non altera sensibilmente il regime delle correnti e dei carichi, che è quello che ci interessa. Altera però il valore delle perdite perchè in tal modo si vengono a supporre nulle le perdite a vuoto, che si riducono in sostanza alle perdite nel ferro dei trasformatori, perdite che producono appunto lo stesso effetto di una resistenza ohmica in derivazione. Siccome però tali perdite sono costanti, sarà facile, occorrendo, tenerne conto in ogni caso.

In questo modo si semplificano notevolmente i calcoli ed il sistema delle nostre due linee potrà rappresentarsi come in fig. 4.

Se indichiamo con P_b, P_a le impedenze della linea alimentata direttamente e di quella alimentata con trasformatori, e con P_{a1}, P_{a2} le impedenze dei trasformatori, potremo porre, adottando le notazioni immaginarie:

$$\left.\begin{aligned} P_{a1} &= r_{a1} - j\lambda_{a1} \\ P_{a2} &= r_{a2} - j\lambda_{a2} \\ P_a &= r_a - j\lambda_a \\ P_b &= r_b - j\lambda_b \end{aligned}\right\}$$

dove al solito le r esprimono le resistenze ohmiche e le λ le induttanze.

Siccome le due linee sono percorse da correnti a differenti tensioni, converrà ridurle anzitutto ad essere paragonabili fra loro, cioè

Digitized by Google

a quello che dovrebbero essere, a parità di ogni altra condizione, se le correnti che le percorrono fossero ambedue alla stessa tensione, per esempio alla tensione delle sbarre. Ora, se n è il rapporto di trasformazione, la corrente che passa effettivamente sulla linea a tensione soprelevata è appena $\frac{1}{n}$ di quella mandata dalle sbarre ai trasformatori. Se quindi noi supponiamo che tutta quanta questa corrente percorra effettivamente la linea, dovremo per avere la stessa caduta, e quindi la stessa perdita, attribuire alla linea stessa una resistenza sia ohmica che induttiva n^2 volte minore. Chiameremo *resistenza equivalente* e *induttanza equivalente* questi valori e li indicheremo con r'_a e λ'_a.

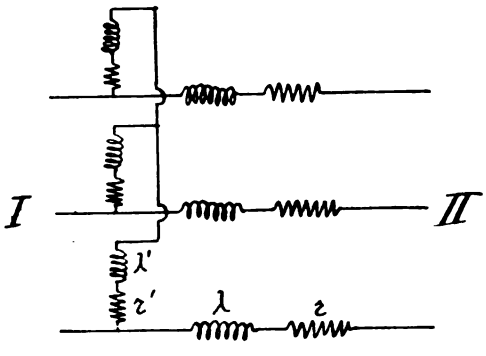


Fig. 3.

Quanto ai trasformatori, è da osservare che le [1] danno la resistenza e l'induttanza riferite alla tensione del primario. Se noi quindi, come abbiamo fatto, intendiamo riferire tutto il sistema alla tensione

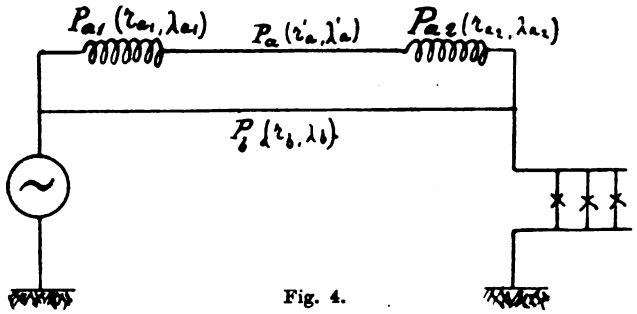


Fig. 4.

delle sbarre, tali formole sarebbero applicabili al trasformatore elevatore. Pel trasformatore abbassatore la formola della resistenza ohmica resta inalterata perchè è appunto la resistenza dell'avvolgimento ad alta tensione che va ridotta nel rapporto $\frac{1}{n^2}$; la formola dell'induttanza non resta, a rigore, la stessa perchè la dispersione, e quindi σ, è leggermente diversa nei due casi: siccome però la differenza è piccolissima potremo ritenere ancor valida la formola. Se cioè i trasformatori elevatore ed abbassatore sono di identica costruzione, porremo senz'altro

$$r_{a1} = r_{a2} \qquad \lambda_{a1} = \lambda_{a2}.$$

Digitized by Google

*
* *

Occupiamoci ora di trovare l'impedenza complessiva del sistema costituito da due linee qualsiansi, le cui impedenze siano:

$$P_a = R_a - j\,\Lambda_a$$
$$P_b = R_b - j\,\Lambda_b$$

Per rendere i risultati applicabili al nostro caso ci basterà in seguito porre:

$$R_a = r_{a\,1} + r'_a + r_{a\,2}$$
$$\Lambda_a = \lambda_{a\,1} + \lambda'_a + \lambda_{a\,2}$$
$$R_b = r_b$$
$$\Lambda_b = \lambda_b$$

Ricordando che l'ammittenza (inversa dell'impedenza) di più circuiti in parallelo è uguale alla somma delle rispettive ammittenze, avremo:

$$\text{ammittenza complessiva} = \frac{1}{P_a} + \frac{1}{P_b} = \frac{P_a + P_b}{P_a\,P_b}$$

Quindi l'impedenza complessiva sarà:

$$P = \frac{P_a\,P_b}{P_a + P_b} = \frac{(R_a - j\,\Lambda_a)\,(R_b - j\,\Lambda_b)}{(R_a - j\,\Lambda_a) + (R_b - j\,\Lambda_b)}$$

Eseguendo le operazioni e riducendo si ottiene:

$$P = \frac{R_a\,\rho^2_b + R_b\,\rho^2_a}{(R_a + R_b)^2 + (\Lambda_a + \Lambda_b{}^2)} - j\,\frac{\Lambda_a\,\rho^2_b + \Lambda_b\,\rho^2_a}{(R_a + R_b)^2 + (\Lambda_a + \Lambda_b)^2} \qquad [2]$$

nella quale per brevità ρ_a, ρ_b rappresentano i valori assoluti delle impedenze di ciascuna linea, cioè:

$$\rho_a = \sqrt{R^2_a + \Lambda^2_a}$$
$$\rho_b = \sqrt{R^2_b + \Lambda^2_b}$$

Come si vede, tale formola è perfettamente simmetrica: la parte *reale* ed il coefficiente della parte immaginaria si ottengono uno dall'altra permutando semplicemente le resistenze colle induttanze e viceversa. Se si indica con R la prima e con Λ il secondo, l'impedenza complessiva del sistema assume la forma:

$$P = R - j\,\Lambda$$

Digitized by Google

Possiamo veder subito come si comportano R e Λ al variare del carico. Siccome le resistenze ohmiche dei trasformatori e delle linee possono ritenersi sensibilmente costanti, e l'induttanza delle linee è pure costante, l'unico elemento che potrebbe subire variazioni è la induttanza dei trasformatori, data dall'ultima delle [1]. Nell'espressione di questa non figurano che quantità invariabili, ad eccezione del solo rapporto $\frac{\sigma}{H}$ della caduta percentuale induttiva di tensione riferita al carico in $K\,V\,A$. Ora siccome si suppone la tensione costante, H è proporzionale all'intensità, mentre σ, che dipende dalla dispersione, è proporzionale alla differenza di potenziale da applicare al primario per avere sul secondario, chiuso in corto circuito, una determinata corrente. Se si fa il diagramma di corto circuito (fig. 5) portando come ascisse le differenze di potenziale e come ordinate le intensità corrispondenti, si osserva generalmente che esso si riduce ad una retta. Ciò equivale a dire che la dispersione è proporzionale al carico, e perciò $\frac{\sigma}{H}$ costante.

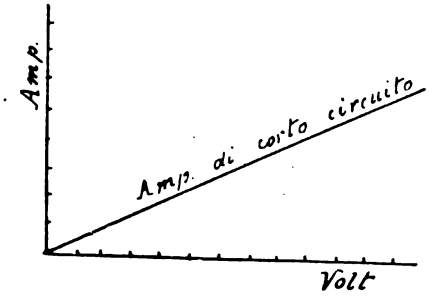


Fig. 5.

Potremo quindi ritenere che le induttanze dei trasformatori, e con esse anche R e Λ si mantengano praticamente costanti. Il sistema delle due linee potrà adunque assimilarsi ad una linea semplice, di resistenza ohmica R e di induttanza Λ. La considerazione di questa *linea equivalente* si può con grande semplificazione sostituire alla considerazione del sistema delle due linee in tutti i problemi che riguardano la trasmissione (1).

***

Ce ne serviremo subito per trovare la caduta di potenziale che si ha fra la centrale e la sottostazione per una determinata inten-

(1) Naturalmente la [2] serve pure per trovare l'impedenza complessiva di un numero qualunque di circuiti in parallelo: basta applicarla ai primi due, poi al complesso di questi ed al terzo, e così via. Come anche essa può dare l'impedenza di un gruppo di trasformatori funzionanti in parallelo: nel caso, per esempio, di due trasformatori identici aventi ciascuno una resistenza r ed una induttanza λ l'impedenza complessiva diventa, come è ovvio:

$$P = \frac{r}{2} - j\frac{\lambda}{2}$$

Digitized by Google

sità i generata in quest'ultima, che poi è la stessa che si ha nel circuito utilizzatore.

Sia $\overline{OA} = E$ (fig. 6) la differenza di potenziale stellata alla sottostazione, in anticipo di un angolo φ sulla i. Se portiamo $\overline{AC} = Ri$, $\overline{CB} = \Lambda i$, la $\overline{OB}$ ci darà E_0, differenza di potenziale stellata alla centrale. Se indichiamo con ρ il valore assoluto dell'impedenza della linea equivalente, cioè:

$$\rho = \sqrt{R^2 + \Lambda^2}$$

sarà $\overline{AB} = \rho i$.

Per avere una determinata f. e. m. E alla sottostazione occorrerà alla centrale avere

$$E_0 = \sqrt{(E\cos\varphi + Ri)^2 + (E\operatorname{sen}\varphi + \Lambda i)^2} \qquad [3]$$

Questa stessa equazione risolta per rapporto ad E o ad i ci dà la caduta di potenziale per una determinata corrente, o la corrente

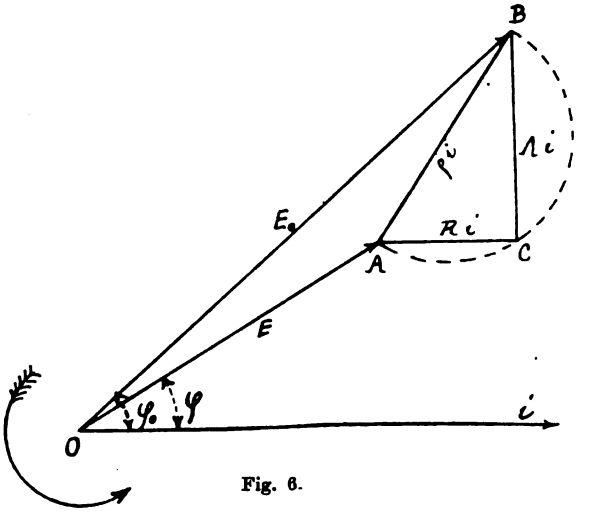


Fig. 6.

massima che si può mandare sulla linea per non sorpassare una data caduta, sempre quando si supponga di mantenere costante il voltaggio alla centrale e che non vari il cos φ del circuito utilizzatore.

L'angolo φ_0 che fá la E_0 colla i è dato dalla relazione:

$$\cos\varphi_0 = \frac{E\cos\varphi + Ri}{E_0}$$

Del resto la caduta di tensione sopra una linea o complesso di linee per qualsiasi valore del carico o del cos φ si può ricavare in

Digitized by Google

modo semplicissimo anche per via grafica (1). Noto a questo proposito come il diagramma del Kapp per trovare la caduta di tensione nei trasformatori si possa utilmente applicare anche al caso delle linee.

***

Ci è facile trovare i valori delle correnti i_b, i_a che percorrono rispettivamente la linea alimentata direttamente dalle sbarre e la linea alimentata con trasformatori. Tali correnti sono naturalmente riferite alla tensione delle sbarre, cioè esprimono le intensità che da queste diramano verso la linea o verso i trasformatori.

Poichè le due linee hanno comuni le tensioni alla partenza ed all'arrivo dovrà essere

$$\rho\, i = \rho_a\, i_a = \rho_b\, i_b$$

e quindi

$$i_a = \frac{\rho\, i}{\rho_a} \qquad i_b = \frac{\rho\, i}{\rho_b}$$

Il rapporto fra le correnti delle due linee sarà

$$\frac{i_a}{i_b} = \frac{\rho_b}{\rho_a}$$

cioè semplicemente in ragione inversa dei valori assoluti delle rispettive impedenze (fig. 7).

Se noi facciamo:

$$\overline{AC}_a = R_a\, i_a \qquad \overline{BC}_a = \Lambda_a\, i_a$$

$$\overline{AC}_b = R_b\, i_b \qquad \overline{BC}_b = \Lambda_b\, i_b$$

dovranno i punti C_a, C_b (fig. 7) trovarsi su un semicerchio avente per diametro $\overline{AB}$. Il problema si risolve quindi graficamente tracciando con centro in A degli archi di raggio $\overline{AB}\,\frac{R_a}{\rho_a}$, $\overline{AB}\,\frac{R_b}{\rho_b}$. I punti d'incontro col semicerchio di diametro $\overline{AB}$ determineranno C_a, C_b. La stessa costruzione vale naturalmente qualunque sia il numero di linee in parallelo.

---

(1) Cfr. per es. G. Baum, *A simple Diagram showing the regulation of a Transmission System for any Load and any Power Factor*, in *Electrical World and Engineer*, 18 maggio 1901, riprod. in *A Method of compounding alternating current generators*, ecc., in *Transactions of the American Inst. of El. Eng.*, vol. XIX n. 5, 1902.

Digitized by Google

Le correnti i_a, i_b sono in generale sfasate per rapporto alla i. Generalmente la corrente della linea comprendente trasformatori è sfasata all'indietro, quella della linea semplice in avanti. Tutte le correnti avrebbero la stessa fase nel solo caso che C_a e C_b venissero a coincidere con C, cioè che le costantî di tempo dei due circuiti derivati fossero uguali.

Nel caso speciale che le due linee avessero uguali resistenze e uguali induttanze, si avrebbe, come è ovvio:

$$i_a = i_b = \frac{i}{2}$$

In generale però sarà sempre, in valore assoluto:

$$i_a + i_b > i$$

Vedremo, in ogni modo, che, nei casi pratici, la differenza non è grande.

Le fasi delle correnti i_a, i_b, cioè gli angoli che le loro direzioni fanno con i sono (fig. 7):

$$\alpha' = \alpha - \gamma \qquad \beta' = \gamma - \beta$$

dove:

$$\alpha = \text{arc cos} \frac{R_a}{\rho_a}$$

$$\beta = \text{arc cos} \frac{R_b}{\rho_b}$$

$$\gamma = \text{arc cos} \frac{R}{\rho}$$

Un'osservazione importante da fare è la seguente:

Siccome abbiamo visto prima che l'impedenza delle linee può ritenersi costante, ne risulta che invariabile dovrà essere pure la ripartizione dell'intensità fra le due linee, ed invariabile anche la fase delle i_a, i_b, cioè anche l'angolo da esse compreso, qualunque siano il carico e le condizioni del circuito esterno.

Ne risulta pure, siccome le i_a, i_b sono sfasate fra di loro, che la ripartizione del carico segue una legge diversa da quella della ripartizione delle intensità. Gli angoli che dette correnti fanno con la f. e. m. alla centrale sono rispettivamente:

$$\varphi_a = \varphi_0 + \alpha' \qquad \varphi_b = \varphi_0 - \beta'$$

Digitized by Google

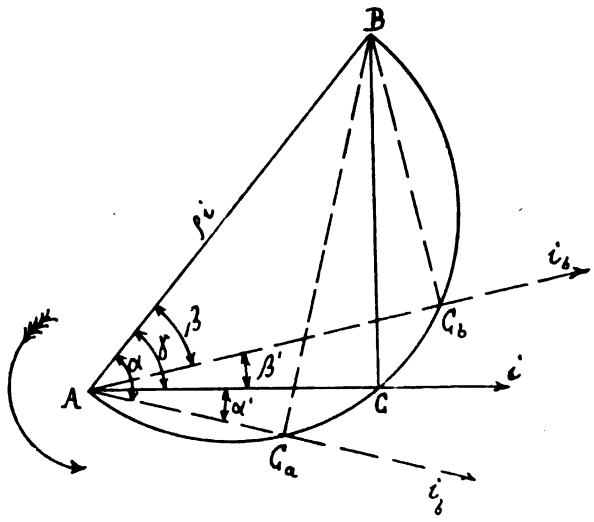


Fig. 7.

La linea con trasformatori, che in generale avrà la corrente più in ritardo, trasporterà a parità di amperaggio meno energia dell'altra, ed il rapporto fra le energie trasportate dalle due linee varierà col variare di φ.

Anzi, quando α' assumesse il valore $90^0 - \varphi_0$, cioè fosse $\cos \varphi_a = 0$, la linea con trasformatori non trasporterebbe più affatto energia, ma soltanto una corrente dewattata. Al di là di questo limite $\cos \varphi_a$ diventa negativo e la linea non fa che riportare energia alla centrale, creando così un'inutile perdita ohmica sulle due linee.

***

Riferirò ora brevemente su alcune esperienze condotte precisamente per verificare le precedenti deduzioni ed eseguite su linee facenti parti del nuovo impianto elettrico della Società Acquedotto De Ferrari-Galliera di Genova.

L'officina generatrice in Isoverde produce f. e. m. trifase alla tensione concatenata di 5000 V., 50 periodi. Da essa partono due linee, una alimentata direttamente, l'altra che fa capo ad un trasformatore che innalza la tensione a 25,000 V., da cui si stacca la seconda linea.

Nella sottostazione di Rivarolo un secondo trasformatore abbassa nuovamente la tensione a circa 5000 V. dopo di che questa seconda linea si unisce in parallelo con la prima.

Fra la centrale e la sottostazione non vi sono su nessuna delle due linee apparecchi utilizzatori.

La linea a 5000 V., che fu la prima ad esser messa in esercizio, consta di 3 fili di 9 mm. di diametro disposti ai vertici di un triangolo equilatero di 70 cm. di lato, ed è lunga km. 13.6. La resistenza ohmica di ogni filo è di 4.37 ohms e l'induttanza calcolata su questi dati con la nota formola del Blondel, di 4.53 ohms.

Si ha cioè:

$$R_b = 4.37 \qquad \Lambda_b = 4.53$$

Digitized by Google

Con lo svilupparsi dell'impianto, essendo questa linea diventata insufficiente, si dovette pensare ad aggiungerne un'altra, e si preferì costrurre una linea a 25,000 V. completamente indipendente dalla prima e capace di portare essa sola fino a 2000 kw. Del resto, le due linee funzionano già da tempo in parallelo con ottimo risultato, e servono eventualmente l'una di riserva all'altra nel caso di riparazioni, senza che vi sia bisogno per questo d'interrompere il servizio.

La linea a 25,000 V. è lunga 14 km. ed è formata di 3 fili di 5 mm. di diametro, distanti 75 cm. uno dall'altro. La resistenza ohmica di ogni filo è di 11.9 ohms e l'induttanza, calcolata come sopra, di 5.24 ohms. Siccome il rapporto fra le tensioni è di $\frac{1}{5}$ si ha dunque:

$$r'_a = \frac{11.9}{25} = 0.475 \qquad \lambda'_a = \frac{5.24}{25} = 0.21$$

I trasformatori elevatore ed abbassatore che servirono all'esperienza erano assolutamente identici e se ne trovava uno alla centrale ed uno alla sottostazione. Avevano la potenza di 600 *KVA* ciascuno e rispondevano ai seguenti dati:

resistenza ohmica della bassa tensione fra centro e filo

$$r_1 = 0.14 \text{ ohms}$$

resistenza ohmica dell'alta tensione fra centro e filo

$$r_2 = 5.5 \text{ ohms}$$

corrente a vuoto nella bassa tensione $i_0 = 1.3$ amp.
sue componenti: $i_h = 0.62$ amp. $i_\mu = 1.13$ amp.
f. e. m. applicata alla bassa tensione $e = \frac{5000}{\sqrt{3}} = 2900$ V.
rendimento a pieno carico e con $\cos\varphi = 1$ 98.1 %
perdita a vuoto 5400 watt
$\delta = 1.9\ \%$
$\sigma = 4.5\ \%$
$H = \frac{600}{3} = 200\ KVA$

$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{5} = 0.2$
$\omega = 2\pi f = 314.$

Digitized by Google

Con questi dati risulta:

$r' = 1060$ ohms
$\lambda' = 1920$ ohms $\qquad L_0 = 6.1$ henry
$r_{a1} = r_{a2} = 0.36$ ohms
$\lambda_{a1} = \lambda_{a2} = 1.89$ ohms $\qquad L_{a1} = L_{a2} = 6$ millihenry.

Come si vede, l'impedenza in derivazione è talmente grande di fronte all'impedenza in serie che potremo senz'altro trascurarla. con che non facciamo che trascurare la corrente a vuoto. Naturalmente però, quando ci occuperemo del rendimento, dovremo tener conto delle perdite a vuoto, che non sono trascurabili.

Per la linea ad alta tensione avremo dunque:

$$R_a = r_{a1} + r'_a + r_{a2} = 0.36 + 0.475 + 0.36 = 1.195 \text{ ohms}$$
$$\Lambda_a = \lambda_{a1} + \lambda'_a + \lambda_{a2} = 1.89 + 0.21 + 1.89 = 3.99 \text{ ohms}$$
$$P_a = R_a - j\,\Lambda_a = 1.195 - j\,3.99$$
$$\rho_a = \sqrt{R^2_a + \Lambda^2_a} = 4.17 \text{ ohms}$$

e per la linea alimentata direttamente:

$$P_b = R_b - j\,\Lambda_b = 4.37 - j\,4.53$$
$$\rho_b = \sqrt{R_b + \Lambda^2_b} = 6.29 \text{ ohms}$$

È opportuno notare che l'impedenza della linea a tensione soprelevata è dovuta per la massima parte ai trasformatori, di fronte ai quali l'impedenza della linea vera e propria ha pochissima importanza.

Applicando la [2] avremo infine l'impedenza della linea equivalente

$$P = R - j\,\Lambda = 1.19 - j\,2.29$$
$$\rho = \sqrt{R^2 + \Lambda^2} = 2.58 \text{ ohms}$$

Per un'intensità totale generata alle sbarre $i = 100$ amp. si ha per le due correnti:

$$i_a = \frac{\rho\, i}{\rho_a} = 61.9 \text{ amp.} \qquad i_b = \frac{\rho\, i}{\rho_b} = 41 \text{ amp.}$$

e, come si vede, la somma $i_a + i_b$ è di pochissimo maggiore di i. Difatti nell'officina l'amperometro totalizzatore inserito sulle sbarre non diede mai indicazioni sensibilmente diverse dalla somma delle indicazioni fornite dagli amperometri inseriti su ciascuna linea.

Digitized by Google

La perdita di energia che si ha sul sistema delle due linee, sempre per $i = 100$, sarà, per ciascuna delle tre fasi:

$$R\,i^2 = 11900 \text{ watt}$$

e si può verificare che tale perdita è esattamente uguale alla somma delle perdite sulle singole linee. Difatti

$$R_a\,i^2{}_a = 4570 \text{ watt}$$
$$R_b\,i^2{}_b = 7340 \text{ watt}$$

quindi in totale $R_a\,i^2{}_a + R_b\,i^2{}_b = 11910$ watt.

Naturalmente, per avere un'esatta valutazione della perdita, bisogna a queste cifre aggiungere le perdite a vuoto nei trasformatori, che sommano nel nostro caso a 10,800 W. per i due trasformatori. Cifra questa elevatissima e quasi uguale alle perdite ohmiche nelle due linee, come del resto era da prevedere essendo ambedue le linee, per l'intensità assunta, pochissimo caricate. È da osservare però che se si aumenta i, mentre aumentano le perdite sulle linee, aumentano pure le perdite a vuoto nei trasformatori pel fatto che bisognerà accrescere il numero di questi, e in ogni caso tali perdite hanno sempre una parte tutt'altro che trascurabile.

Cerchiamo ora che caduta di potenziale si ha fra la centrale e la sottostazione supponendo che sia $\cos\varphi = 0.7$, $i = 100$, e che si voglia in questa mantenere 5000 V. fra filo e filo, cioè una tensione stellata di 2900 V. Sarà allora, in base alla [3]

$$E_0 = 3140 \text{ V.}$$

e quindi fra due fili si dovrà avere 5430 V. La caduta di tensione sul sistema delle due linee è dunque di 430 V., ossia dell'8 %, dato che corrisponde perfettamente con le misure eseguite.

Se si volesse trasportare la stessa corrente con lo stesso $\cos\varphi$ con la sola linea a 25,000 V. bisognerebbe avere alla centrale 5650 V. con una caduta dell'11.5 % (1), mentre bisognerebbe avere 6100 V. con una caduta del 18 % per effettuare la trasmissione con la sola linea a 5000 V.

Possiamo vedere in che misura si ripartisce il carico fra le due linee, sempre nell'ipotesi di $i = 100$ e $\cos\varphi = 0.7$. Alla centrale sarà

(1) Naturalmente questo dato non serve che come termine di paragone, perchè il pieno carico dei trasformatori adoperati corrisponde a 70 amp.

Digitized by Google

$\cos \varphi_0 = 0.685$, cioè $\varphi = 46° 45'$, quindi l'energia generata per ciascuna delle tre fasi risulta:

$$3140 \text{ V.} \times 100 \text{ A.} \times 0.685 = 215 \text{ kw.}$$

Gli angoli α', β' che le i_a, i_b fanno colla sono
$\alpha' = 11°$ in ritardo per rapporto alla i
$\beta' = 16° 30'$ in anticipo.

Quindi l'energia trasportata per ogni filo dalla linea a 25000 V. sarà

$$3140 \text{ V.} \times 61.9 \text{ A.} \times \cos (\varphi_0 + \alpha') = 103.5 \text{ kw.}$$

mentre quella trasportata dalla linea a 5000 V. sarà

$$3140 \text{ V.} \times 41 \text{ A.} \times \cos (\varphi_0 - \beta') = 111.5 \text{ kw.}$$

cioè nelle condizioni supposte le due linee trasportano press'a poco la stessa energia, anzi la linea a 5000 V. ne trasporta un po' di più. Tale proporzione si mantiene costante per qualunque carico purchè non cambi φ_0, poichè gli angoli α' e β' sono invariabili. Quando φ_0 aumenta, diminuisce naturalmente l'energia trasportata dalle linee: in particolare, quando fosse $\varphi_0 + \alpha' = 90°$ diventerebbe nulla l'energia trasportata dalla linea a 25,000 V.

Dovrebbe allora essere $\cos \varphi_0 = 0.19$, condizione di cose che ben difficilmente può in pratica verificarsi.

Allo scopo di verificare il modo di ripartirsi del carico fra le due linee venne eseguita alla centrale una prova inserendo successivamente un wattmetro su ciascuna delle linee in un momento in cui il carico totale era pressochè costante. I risultati sono esposti nella seguente tabella:

Kw. totali gonerati alla Centrale per ogni fase .		137	143.5
Amp. totali (i)		56	60
Volts fra due fili		5000	5000
Cos φ_0		0.84	0.83
Linea a 2500 V.: Amp. (i_a)		33	. .
Kw. per ogni fase	misurati . .	72	. .
	calcolati . .	70.1	. .
Linea a 5000 V.: Amp. (i_b)		. .	25
Kw. per ogni fase	misurati . .	. .	68 5
	calcolati . .	. .	68.9

Digitized by Google

La ripartizione delle correnti segue invece una legge ben diversa. Si dovrebbe infatti avere:

$$\frac{i_a}{i_b} = \frac{\rho_b}{\rho_a} = \frac{6.29}{4.17} = 1.50$$

Una serie di misure condotte a questo scopo diede i risultati seguenti:

i_b	i_a	$\frac{i_a}{i_b}$	i_b	i_a	$\frac{i_a}{i_b}$
amp.	amp.		amp.	amp.	
10	15. 75	1. 57	35	51. —	1. 46
18	27. 6	1. 53	36	52. 4	1. 45
19	29. 2	1. 53	38	54. 8	1. 44
20	30. —	1. 50	39	55. 6	1. 43
21	31. 3	1. 49	40	57. 5	1. 44
22	33. 1	1. 50	42	60. 3	1. 44
23	33. 75	1. 47	43	63. —	1. 46
24	33. 85	1. 41	44	63. 7	1. 45
25	35 8	1. 43	46	66. 1	1. 44
26	37. —	1. 42	48	67. 5	1. 41
27	38. 9	1. 44	49	68. 6	1. 40
28	40. 3	1. 44	50	70. —	1. 40
30	43. 7	1. 46	54	74. —	1. 37
31	44. 2	1. 43	55	75. —	1. 36
32	46. 5	1. 45	57	80. —	1. 41
34	49. 9	1. 47			

Digitized by Google

Il diagramma della fig. 8 riassume questi risultati e mostra che la ripartizione delle correnti ha luogo con rapporto rigorosamente costante. Tale rapporto è nel nostro caso di 1.44, cifra che concorda perfettamente col risultato teorico.

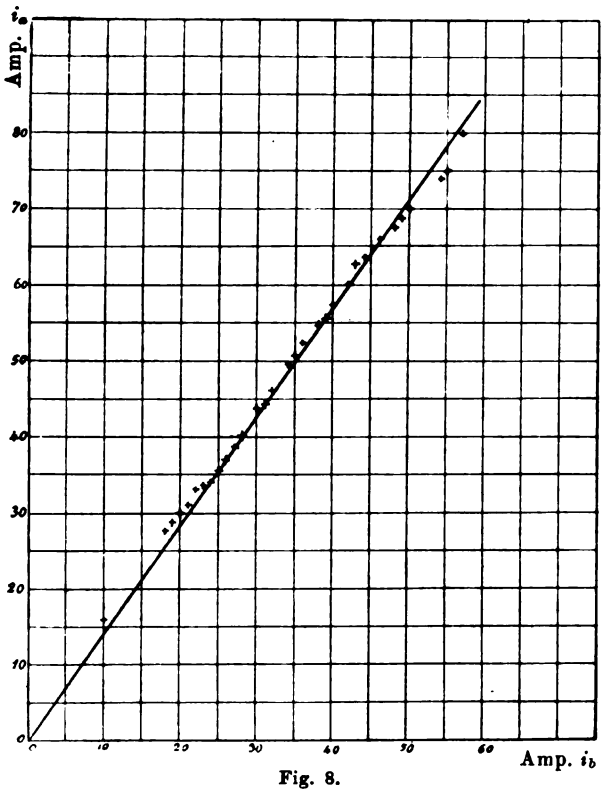


Fig. 8.

Si sarebbe forse potuto supporre, *a priori,* che la linea a 25,000 V. dovesse portare, per rispetto all'altra, una molto maggiore proporzione di corrente. Il risultato ottenuto mostra una volta di più quanta parte abbia, nei fenomeni che ci occupano, l'impedenza dei trasformatori.

Sotto questo punto di vista, ed a parità di altre condizioni, una linea ad alta tensione alimentata direttamente dall'alternatore si presenterebbe, per quanto riguarda la perdita d'energia, e la caduta di tensione, in condizioni assai più vantaggiose di una linea alimentata con trasformatori elevatori.

Nel nostro caso poi risulta evidente la notevole convenienza, anche economica che si ha a fare l'esercizio colle due linee in parallelo anzichè colla linea a 2500 V. soltanto.

*
* *

Un'altra serie, meno numerosa, di esperienze venne fatta sulle stesse linee e nelle identiche condizioni, con la sola differenza che alla sottostazione, in luogo del trasformatore trifase di 600 KVA, si aveva una terna di trasformatori monofasi da 200 KVA ciascuno, collegati a stella, e meno induttivi del precedente.

Digitized by Google

A ciascuno di essi corrispondevano i dati seguenti:

resistenza ohmica della bassa tensione 0.10 ohms;
» » » alta » 2.74 »
caduta induttiva di tensione 2.5 %;

Si ha dunque:

$$r_{a_2} = 0.21 \text{ ohms}$$
$$\lambda_{a_2} = 1.05 \text{ ohms}$$

e quindi risulta

$R_a = 1.045$ ohms
$\Lambda_a = 3.15$
$\rho_a = 3.32$

per cui, essendo sempre per la linea a bassa tensione:

$$R_b = 4.37 \qquad \Delta_b = 4.53 \qquad \rho_b = 6.29$$

si ha pel complesso delle due linee:

$R = 1.01$ homs
$\Delta = 1.97$ »
$\rho = 2.215$ »

È interessante vedere come si modifichino le condizioni della trasmissione con questi nuovi dati, supponendo di avere, come nel caso precedente:

$$E = 2900 \text{ V.} \qquad i = 100 \text{ amp.} \qquad \cos\varphi = 0.7$$

Caduta di tensione: Si dovrà avere alla Centrale $E_0 = 3100$ V., cioè 5360 V. fra filo e filo, con una caduta del 7 %. Supposto di poter effettuare la trasmissione colla sola linea a 25000 V., la caduta sarebbe del 9.5 %.

Ripartizione delle correnti e sfasamenti: Si dovra avere:

$$i_a = 66.7 \text{ amp.} \qquad i_b = 35.2 \text{ amp.} \qquad \frac{i_a}{i_b} = 1.90$$
$$\alpha' = 8°\,50' \qquad \beta' = 16°\,50' \qquad \cos\varphi_0 = 0.687$$

Perdita d'energia sulle linee per ogni fase (esclnse sempre le perdite nel ferro dei trasformatori):

Energia perduta sul sistema delle due linee: $Ri^2 = 10100$ w.
» » sulla linea a 25000 V.: $R_a i^2_a = 4650$ »
» » sulla iinea a 5000 » $R_b i^2_b = 5440$ »

Digitized by Google

Ripartizione dell'energia trasportata:

Energia totale generata alla centrale (per ogni fase):

$$3100 \text{ V.} \times 100\ A \times 0.687 = 213 \text{ Kw.}$$

un po' minore cioè che nel caso precedente, perchè, essendo rimasta uguale l'energia fornita, è alquanto diminuita la perdita. Tale energia si ripartisce nel modo seguente:

Sulla linea a 25000 V.:

$$3100 \text{ V.} \times 66.7\ A \times \cos(\varphi_0 + \alpha') = 117 \text{ Kw.}$$

Sulla linea a 5000 V.:

$$3100 \text{ V.} \times 39.2\ A \times \cos(\varphi_0 - \beta') = 96 \text{ Kw.}$$

Confrontando questi risultati del calcolo con quelli del caso precedente si vede che nna variazione, anche non grande, nell'impedenza dei trasformatori influisce in modo abbastanza notevole sulle condizioni della trasmissione. L'effetto di tale variazione si ripercuote in modo particolarmente sensibile sul regime dei carichi e delle correnti sulle due linee.

Anche qui, come nel caso precedente, venne eseguita alla Centrale una serie di misure, per verificare se il modo di ripartirsi dei carichi era d'accordo con quello dato dal calcolo. Ecco i risultati ottenuti:

Kw. totali generati alla Centrale per ogni fase		137	143.5
Amp. totali (i)		56	60
Volts fra due fili		5000	5000
Cos φ_0		0.84	0.83
Linea a 25000 V.: Amp. (i_a)		36	. .
Kw. per ogni fase	misurati	76.8	. .
	calcolati	77.7	. .
Linea a 5000 V.: Amp. (i_b)		. .	23
Kw. per ogni fase	misurati	. .	61.3
	calcolati	. .	63.2

Un'altra serie di misure aveva per scopo di verificare la legge di ripartizione delle correnti fra le due linee. La tabella seguente ed il diagramma della fig. 9 ne mostrano i risultati:

Digitized by Google

i_b	i_a	$\frac{i_a}{i_b}$
14 amp.	30.5 amp.	2.18
16 „	33.60 „	2.10
18 „	35.2 „	1.95
19 „	38.8 „	2.04
20 „	40.3 „	2.01
21 „	42.2 „	2.01
22 „	44.8 „	2.03
23 „	46.18 „	2.—
24 „	47.6 „	1.98

Anche qui, come si vede, la ripartizione avviene con legge di proporzionalità costante. In media si ha circa $\frac{i_a}{i_b} = 2$, risultato che concorda pure in modo soddisfacente con la previsione teorica (fig. 9).

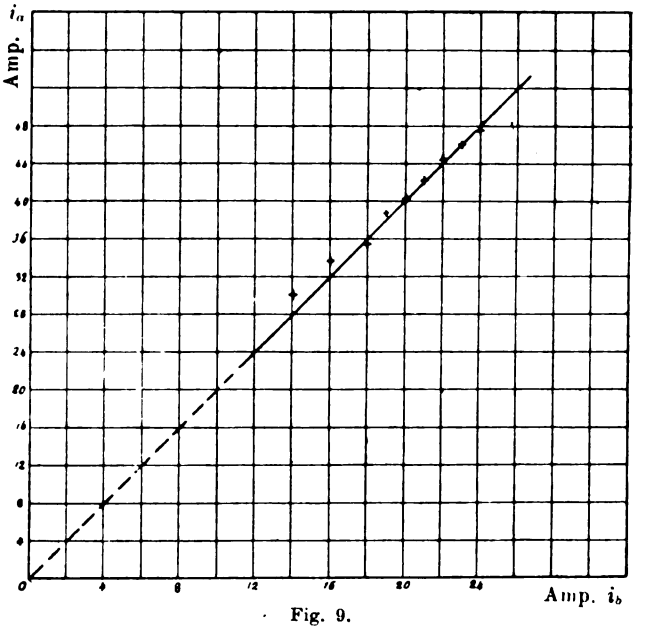


Fig. 9.

Non è possibile far variare tale rapporto, se non col modificare il rapporto delle impedenze delle due linee, per esempio inserendo su una di esse delle resistenze induttive qualsiansi. È quanto si dovette fare nel caso speciale per evitare che, coll'aumentare di i, la corrente i_a sorpassasse quella consentita pel pieno carico dei trasformatori.

Digitized by Google

N. 43.

PER LA NAVIGAZIONE INTERNA

LA TRAZIONE ELETTROMECCANICA

SUNTO DELLA CONFERENZA

tenuta dal **Prof. Ing. CARLO MONTÙ** *alla Sezione di Torino dell'A. E. I. nella Seduta del 6 dicembre 1905.*

Prendendo le mosse da una monografia scritta dall'A. sull'argomento, e riferendosi a quanto fu detto e scritto in merito all'occasione del X Congresso di navigazione in Milano, il prof. Montù, rientrato definitivamente a Torino, ha intrattenuto i soci della Sezione torinese sui principali esperimenti fatti finora per applicare l'elettrotrazione alla navigazione interna. Ricordata la convenienza finora realizzata di ricorrere al traino animale, e quindi all'opportunità costitutiva di munire i canali di adatte e ampie strade di alaggio, l'ing. Montù cominciò coll'asserire che, qualora l'elettrotrazione fosse sistematicamente adottata, probabilmente la doppia strada laterale diventerebbe esuberante, e alla maggiore potenzialità del canale si dovrebbe provvedere con strade perpendicolari di comunicazione coi paesi e centri industriali ed agricoli circostanti.

Descrisse poi le varie locomotive elettriche: la Siemens, sperimentata sul canale di Finow; poi l'omonima, perfezionata e presentata all'Esposizione di Parigi; poi il cavallo elettrico del Gérard, adoperato sul canale di Charleroi, e quindi i tipi Rudolph, Vilding e Feldmann, fermandosi specialmente a parlare degli esperimenti eseguiti dal Gérard per l'esatta determinazione dello sforzo di trazione. Illustrando la conferenza con riuscite e interessanti proiezioni luminose, eseguite dall'egregio ing. Luino, presentò figure schematiche e diagrammi esplicativi per desumere consumi e rendimenti. Descrisse poi dettagliatamente la locomotiva Siemens, sperimentata sul canale di Teltow, e ne mise in rilievo i pregi principali. Passò poi in rapida rassegna i sistemi adottati per la trazione diretta, e specie per la propulsione regolabile. Confortando quindi la sua espo-

Digitized by Google

sizione con dati costruttivi e di prezzo del materiale impiegato in America, descrisse minutamente il vecchio mulo elettrico, per cui rilevò il costo notevole di primo impianto.

Per ultimo descrisse in ogni suo particolare il nuovo trattore elettromeccanico ad aderenza proporzionale del prof. Léon Gérard, sperimentato con successo sul canale Erié, facendo notar ben bene il minor costo d'impianto, le migliorie meccaniche introdotte ed i buoni risultati di rendimento ottenuti dagli ultimi esperimenti. E, conseguendo da tutte le prove fatte, i prezzi probabili per l'adozione di questo sistema sul nostro futuro e progettato canale Torino-Casale, conchiuse affermando l'eventualità che un tal sistema possa economicamente venir da noi installato. Bisognerebbe, ad ogni modo, precisare fin d'ora il traffico che sul nostro canale si può prevedere, e, ripetuto quindi il voto affinchè questo al più presto si faccia, l'ing. Montù si affrettò però a dire che della questione economica non se ne deve fare un'ossessione per non continuare eternamente a discutere teoricamente senza mai addivenire a qualche reale costruzione con relativi esperimenti. Ormai le disquisizioni bastano: facciamo qualche cosa davvero, facciamo dei canali e sperimentiamo dei sistemi di elettrotrazione che rispondano alle moderne esigenze. A forza di voler far bene, troppo bene, finiamo per far niente, e invece di dimostrare che non siamo indegni discendenti del grande Leonardo, confermeremo la nostra fama di incanalarci coartatamente nell'inerzia dottrinaria.

Digitized by Google

N. 44.

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE

della Associazione Elettrotecnica Italiana

INCARICATA DELLO STUDIO

SULLA QUESTIONE DELLE MISURE ELETTRICHE E DEI MISURATORI DELL'ENERGIA ELETTRICA

Premesse.

Il Senato del Regno, nella sua tornata del 30 giugno 1904, col pieno consentimento del Governo, ha approvato il seguente ordine del giorno:

« Il Senato invita il Governo a studiare sollecitamente la que-
« stione delle misure elettriche nel suo complesso, e quelle dei misu-
« ratori dell'energia elettrica e dei misuratori dell'acqua da sottoporsi
« a verificazione e a bollatura, per aver modo di presentare al più
« presto al Parlamento un disegno di legge che risponda pienamente
« alle esigenze scientifiche e industriali ».

In seguito a ciò il Ministero di agricoltura, industria e commercio nominava un'apposita Commissione con l'incarico di studiare l'argomento, contemporaneamente l'A. E. I., dietro invito della sua Presidenza, nominava per suo conto una Commissione in seno all'Associazione stessa.

La Commissione risultò composta come segue:

Per la	**Sezione di**	**Bologna:**	Donati ing. Alfredo - Lanino ing. Pietro.
Id.	Id.	**Firenze:**	Pasqualini prof. Luigi - Santarelli ing. Giorgio.
Id.	Id.	**Genova:**	Buffa ing. Mario - Garibaldi prof. ing. Cesare.
Id.	Id.	**Milano:**	Barberis ing. Giovanni - Bertini ing. Angelo - Danioni ing. Filippo - Motta ing. Giacinto - Panzarasa ing. Alessandro - Semenza ing. Guido - Zunini ing. prof. Luigi.
Id.	Id.	**Napoli:**	Bonghi ing. Mario - Fano ing. Guido - Montù ing. Carlo.
Id.	Id.	**Padova:**	Biagini ing. Augusto - Rossi prof. ing. L. Vittorio.
Id.	Id.	**Palermo:**	Cantone prof. Michele.
Id.	Id.	**Roma:**	Banti prof. Angelo - Mengarini prof. Guglielmo - Penso ing. Raffaele - Salvadori ing. Riccardo.
Id.	Id.	**Torino:**	Ferraris prof. ing. Lorenzo - Fornaca ing. Guido Pinna ing. Raffaele - Thovez ing. Ettore.

Digitized by Google

A Presidente della Commissione fu nominato il prof. M. Ascoli, Presidente dell'A. E. I., ed a Segretario l'ing. R. Salvadori, Segretario Generale.

A compimento del proprio incarico la Commissione si pregai presentare l'unita relazione.

Unità elettriche di misura.

La Commissione ha anzitutto preso in esame la parte dell'ordine del giorno del Senato, che si riferisce alle unità di misura elettrica.

Su tale questione è opportuno richiamare brevemente quanto fino ad oggi venne fatto.

Le unità pratiche di misure elettriche sono, come è noto, il frutto di una convenzione scientifica, basata in fondo sul sistema metrico decimale, la quale, sorta in tempi relativamente moderni per opera di fisici insigni, ha già potuto trovare accoglienza ufficiale presso gran parte degli Stati, ed è di fatto universalmente applicata in tutti i paesi civili.

Fu l'Associazione britannica per il progresso delle scienze, che, per la prima, nel 1863 e 1864, ad iniziativa di lord Kelvin, concretò delle unità pratiche di resistenza, di f. e. m. e d'intensità a cui si diedero i nomi di ohm, volt, ampere.

L'ohm della British Association non riuscì però esattamente corrispondente alla definizione teorica. Perciò il Congresso internazionale degli elettricisti tenutosi nel 1881 a Parigi, decise di affidare ad un'altra Commissione l'incarico di stabilire quale altezza avrebbe dovuto avere una colonna di mercurio a 0° e con una sezione di 1 mmq. per rappresentare 10^9 unità assolute c. g. s., la Commissione riferì nel 1884, stabilendo un'altezza di 106 cm. che era circa l'1.1 per cento maggiore di quella che era stata proposta dall'Associazione britannica.

Il sistema del 1884 detto legale, non fu ufficialmente adottato da alcuno Stato, quantunque fosse raccomandato anche dal II Congresso internazionale degli elettricisti di Parigi nel 1889.

Successivamente, e precisamente nel 1892, una Commissione governativa inglese, d'accordo con una Commissione interna della British Association, riesaminando la questione del campione pratico di resistenza elettrica, venne alla deliberazione che l'altezza della colonna di mercurio, determinata nel 1884, doveva essere aumentata di mm. 3.

Digitized by Google

E nel 1893 il Congresso internazionale di Chicago, accettando questi ultimi studi della British Association, stabilì definitivamente le unità attuali che presero il qualificativo di *internazionali*.

L'Italia, che era rappresentata a Chicago, dal più grande dei suoi elettricisti moderni, Galileo Ferraris, non ha peranco sanzionato ufficialmente i deliberati di quel Congresso, come fecero invece successivamente gli Stati Uniti (*Bollettino* n. 30 del 27 dicembre 1893 della U. S. Coast E. Geodetic Survey), l'Inghilterra (con legge del 23 agosto 1894, pubblicata nella *London Gazete* del 24 agosto 1894), la Francia (*Journal Officiel* del 2 maggio 1896), la Germania (legge del 1° giugno 1898), l'Austria (decreto del 21 dicembre 1903) e il Belgio (legge del 30 ottobre 1893, pubblicata nel *Moniteur Belge* del 17 dicembre 1903).

Il ritardo non ha però impedito al Governo italiano di ricorrere alle unità internazionali senza definirle nè proclamarle ufficiali, quando volle tassare l'energia elettrica consumata a scopo d'illuminazione, procedimento che non può dirsi troppo rigoroso.

Fra le definizioni delle unità vi sono però alcune lievi differenze, ragione per cui nel 1904 il Congresso di Saint-Louis riprese in esame la questione ed incaricò una Commissione internazionale di regolare la cosa in modo definitivo. La Commissione non ha ancora dato il suo responso.

La Commissione, inspirata al concetto che in materia di misure, l'uniformità internazionale sia della massima importanza, crede il caso di far voto perchè in via di principio venga creata una legislazione sulle unità di misure elettriche, subordinatamente che il Governo nulla decida prima che la suddetta Commissione internazionale abbia dato il suo responso.

A questo riguardo la Commissione crede che l'A. E. I. non debba lasciarsi sfuggire l'occasione di fare un'affermazione dell'importanza che essa deve avere nelle questioni elettrotecniche, e che in altri Stati hanno le associazioni analoghe; essa vi propone quindi che venga espresso il desiderio che il Governo, nel tradurre in atto le conclusioni della Commissione internazionale, interpelli sulla questione l'A. E. I.

Misuratori.

Sulla seconda parte dell'ordine del giorno del Senato, quella cioè che tratta dei misuratori, si può anzitutto chiedersi se l'espressione con la quale venne formulata sia da intendersi in modo letterale o meno.

Digitized by Google

Perchè se si dovesse intenderla letteralmente, bisognerebbe ammettere che i proponenti, avendo già studiato a fondo il problema dell'intervento dello Stato nelle misure elettriche, avessero già stabilito le loro conclusioni, e cioè il miglior modo per risolvere il problema esser la verifica preventiva e la bollatura dei misuratori dell'energia elettrica.

Ora la Commissione, lontana dal voler assurgere alla critica di quanto venne votato nell'alto consesso, non ritiene che ciò sia, ma invece nelle parole dell'ordine del giorno è convinta si debba leggere soltanto un generico invito al Governo, a studiare la questione dell'intervento dello Stato nelle misure elettriche ed a far proposte intorno al miglior modo di tradurre in atto l'intervento stesso.

E che i proponenti abbiano potuto sciegliere una forma concreta per esprimere il loro pensiero, è giustificato dal modo con cui debbono necessariamente concepire i termini del problema coloro che a questa nostra materia non si sono specialmente dedicati.

Infatti, per le misure riguardanti lunghezze, superficie e capacità, e per i pesi, esistono legislazioni, verifiche e bollature degli istrumenti; è giustificabile che si pensi che trattandosi di misurare l'energia elettrica o l'elettricità, procedimenti analoghi sieno applicabili.

E questa persuasione viene ribadita dalla considerazione che altri Stati hanno creato tali legislazioni in materia ed applicato la verifica ed i bolli ai contatori.

Sarà però opportuno richiamare l'attenzione sul fatto di importanza notevole che gli Stati che hanno stabilito norme per il controllo obbligatorio dei misuratori elettrici non sono quelli universalmente riconosciuti come i più avanzati nell'elettrotecnica.

Esame delle legislazioni estere.

Ciò premesso passiamo rapidamente in rivista la legislazione dell'Austria e della Spagna (i soli Stati che abbiano in materia una legislazione vera e propria) e quelle diverse disposizioni che sono vigenti negli altri Stati in materia elettrometrica.

Austria. — È con decreto 3 maggio 1894 che ebbe inizio la legislazione austriaca, essa ha continuato sulla base assegnatale da quel decreto fino alla fine del 1903 nel quale anno fu riassunta dal Ministero del commercio, con ordinanza in data 71 dicembre.

L'ordinanza comprende 10 parti distinte delle quali le più importanti sono la 2ª, 3ª, 5ª, 6ª, 7ª, 9ª.

Digitized by Google

Contiene inoltre, come allegati, la descrizione e i disegni dei sistemi e tipi ammessi.

Ecco ad ogni modo la materia a cui tutte si riferiscono:

PARTE I. Disposizioni generali;
» II. Definizione delle unità di misura;
» III. Sistemi di contatori ammessi nell'industria e sottoposti alla verifica;
» IV. Uffici competenti per la verificazione;
» V. Condizioni richieste per l'ammissibilità di nuovi sistemi o tipi;
» VI. Condizioni richieste per l'accettazione dei contatori appartenenti ai sistemi ammessi;
» VII Piombaggio ed operazioni relative;
» VIII. Attestato di verifica;
» IX. Periodicità delle verifiche e validità delle medesime;
» X. Tasse di verifica e di bollatura.

PARTE II. Le unità elettriche sono definite come derivate dal sistema C. G. S. ed è citato per ciascuna il rapporto fra l'unità pratica e l'unità assoluta dello stesso sistema. Sono definiti ordinariamente l'ohm, l'ampere (secondo le deliberazioni del Congresso di Chicago), il volt (come dipendente dall'ohm e dall'ampere), il Watt (come prodotto dell'ampere e del Volt). Il coulomb, l'ampere-ora, il watt-ora e multipli di questo.

PARTE III. I contatori elettrici sono divisi in 4 gruppi e ogni gruppo suddiviso in sistemi, come segue:

1° gruppo. Ampere-ora-metri per corrente continua:
Sistema I. Contatore a motore.

2° gruppo. Watt-metri per corrente continua:
Sistema II. A pendolo con caricamento automatico;
» III. A pendolo con caricamento automatico e commutatore;
» IV. A motore senza ferro;
» V. A motore con armatura magnetizzabile;
» VI. Oscillanti.

3° gruppo. Watt-ora-metri per corrente alternata:
Sistema VII. Come il III;
» VIII. Come il IV;
» IX. A induzione.

Digitized by Google

4° gruppo. Watt-ora-metri per sistemi polifasi:
Sistema X. Come il III;
» XI. Come il IV;
» XII. Come il IX;

L'art. 14 della parte III concede ai costruttori le varianti di costruzione (rispetto ai tipi descritti in allegati all'ordinanza del 21 dicembre) che non modificano l'esattezza dell'indicazione. Specialmente è ammesso che il collettore nei contatori a motore sia accessibile al fornitore perchè si pensa che egli non potrebbe modificare la costante se non a suo danno. Questo ragionamento sembra errato in quanto non tien conto che il contatore può essere stato sottoposto alla taratura con una pressione relativamente notevole alle spazzole per aver agio poi di diminuirla.

PARTE V. È notevole l'art. 23. Esso stabilisce che un nuovo sistema è ammesso quando le esperienze condotte sui 5 esemplari costruiti secondo le norme prestabilite (10 ampere, 110 volt e 42 frequenze eventuali) abbiano dimostrate soddisfatte le seguenti condizioni:

a) la differenza fra le due costanti ottenute per uno stesso carico con due tarature eseguite rispettivamente a carico crescente ed a carico decrescente non dev'essere superiore alla metà della tolleranza di cui all'art. 36, cioè non deve essere superiore al 2 per cento. La tensione ed eventualmente la frequenza di prova devono essere quelle dichiarate e, se il caso, il fattore di potenza deve essere eguale a 1;

b) la differenza fra il massimo ed il minimo valore della costante ottenuta per una intensità di corrente uguale rispettivamente al 10 per cento, al 50 per cento, al 100 per cento del valore dichiarato, non deve essere superiore al 6 per cento della media delle tre costanti, semprechè siano le tensioni e la frequenza normali ed eventualmente $\cos\varphi = 1$;

c) le variazioni della tensione si considerano normali quando siano contenute entro il $\pm$ 5 per cento e quelle della frequenza quando siano contenute entro il $\pm$ 2 per cento dei valori dichiarati;

d) per rispetto al fattore di potenza i contatori sono divisi in tre classi da distinguere con le lettere *A*, *B*, *C*.

Quelli della classe *A* sono destinati a carichi non induttivi; per la classe *B* l'angolo il cui coseno è uguale al fattore di potenza può avere come valori normali estremi 0° e 45° e, per la classe *C*, 30° e 75°;

Digitized by Google

e) la differenza fra il massimo ed il minimo valore della costante che si ottiene esperimentando il contatore al 10 per cento ed al 50 per cento della corrente dichiarata (semprechè siano normali la tensione e la frequenza e uguale ad 1 il fattore di potenza) nonchè al 100 per cento della corrente dichiarata (accompagnata questa dalle massime variazioni nella tensione, nella frequenza, e nello spostamento di fase sopracitati per ciascuna classe) non deve essere superiore all'8 per cento della costante media ottenuta con tutte le esperienze eseguite;

f) i contatori devono indicare sicuramente al 2 per cento della corrente normale se questa è uguale o minore di 3 ampere, e all'1.5 per cento se è maggiore, semprechè siano normali la tensione e la frequenza e il carico eventalmente non induttivo;

g) in condizioni normali di tensione e frequenza e per $\cos\varphi = 1$ se la potenza elettrica assorbita dal circuito ricevitore è nulla, il contatore deve segnare al massimo $^1/_{5000}$ del valore normale per cui è costruito;

h) pei contatori polifasici valgono le condizioni stabilite per la classe *B*.

PARTE VI. L'articolo 26 esige che i contatori elettrici destinati all'industria appartengano ad uno dei sistemi ammessi, secondo le condizioni della parte V.

L'art. 28 vuole che lo strumento sia chiuso in una scatola assicurabile con piombo, munita di un vetro d'ispezione fissato dall'interno, ma dà facoltà di non munire di custodia analoga gli eventuali trasformatori (o shunt) di corrente o di tensione.

Nell'art. 29 si prescrive, fra il resto, che i contatori a corrente alternata siano contraddistinti sulla custodia con le tre lettere *A*, *B*, *C*, delle classi a cui appartengono.

L'art. 30 prescrive la calibratura in ampere dei contatori, stabilendo come normali le cifre di 3, 5, 10, 15, 30, 50, 100, 150 ampère. Libertà di tipi per intensità superiori.

L'art. 32 prescrive che, in aggiunta ai quadranti ordinari ogni contatore ne possieda uno il cui indice compia almeno un giro ogni 6 minuti quando il contatore funziona a pieno carico. Questo quadrante sarà diviso in 100 parti, lo spessore delle divisioni dovrà essere inferiore o tutto al più uguale a un quarto dell'intervallo fra le medesime. L'indice appiattito verso l'estremità terminerà in punta e questa disterà dal quadrante non più dell'intervallo di una divisione.

I quadranti saranno segnati con le parole: *unità, decine,* ecc.,

Digitized by Google

o con i numeri 1, 10, 100, ecc., ma non si potrà indicare il nome dell'unità di misura se non nel caso in cui la costante sia eguale ad 1.

Nell'art. 33 è definita la costante. Per i contatori a corrente continua e per quelli a corrente alternata della classe A essa è la media aritmetica dei tre fattori per cui devono moltiplicarsi le indicazioni del contatore ottenute facendolo funzionare ai tre carichi corrispondenti al 10 per cento, 50 per cento, 100 per cento della corrente normale, semprechè siano normali la tensione ed eventualmente la frequenza con $\cos \varphi = 1$ per il contatore classe *A*. Per i contatori classe *B* e *C* e per quelli polifasi, la costante è la media aritmetica dei valori ottenuti per la medesima sperimentando il contatore al 10 per cento, 50 per cento e 100 per cento della corrente dichiarata, semprechè siano normali la tensione e la frequenza, ed eguale ad 1 il fattore di potenza, nonchè al 100 per cento della corrente dichiarata con gli sfasamenti normali prescritti all'art. 23 ma con tensione e frequenze sempre normali.

Con l'art. 34 si stabilisce che l'indicazione del contatore a carico esterno nullo non debba superare $^1/_{1000}$ dell'indicazione a pieno carico, tanto in un senso quanto nell'altro.

All'art. 35 si stabilisce che il contatore deve funzionare in modo sicuro al 3 per cento della corrente, se esso è costruito per una corrente massima di 3 ampère, e col 2 per cento negli altri casi.

Con l'art. 36 si esige che le differenze fra la costante del contatore e i valori ottenuti per la stessa, sperimentando con una corrente rispettivamente uguale al 100 per cento, al 50 per cento, al 10 per cento del valore normale (semprechè siano normali la tensione ed eventualmente la frequenza e non induttivo il carico), non devono essere superiori al 4 per cento della costante (tolleranza, limite degli errori).

La stessa tolleranza è stabilita anche per i valori estremi dello spostamento di fase, di cui all'art. 23, quando però, oltre essere normali la tensione e la frequenza, la corrente abbia il valore massimo.

Nei contatori polifasici valgono i limiti dello spostamento di fase stabiliti per i contatori della classe *B*.

PARTE VII. — All'art. 36 si stabilisce che i contatori dichiarati corrispondenti alle condizioni della parte IV saranno chiusi con piombo.

Con l'art. 39 si stabilisce che siano piombati anche i morsetti e i conduttori di allacciamento per i contatori verificati in posto.

Digitized by Google

PARTE IX. — L'art. 45 stabilisce che il bollo di verifica e quindi anche il certificato relativo sia valido per 5 anni, a partire dall'esecuzione della prova, e perciò dopo la fine del 5° anno dovranno nuovamente essere verificati e così di seguito.

Con l'art. 46 si stabilisce che se i contatori per una causa qualsiasi hanno perduto l'esattezza verificata e saranno stati perciò ritirati dal luogo di installazione, prima di rimetterli in uso dovranno essere sottoposti a nuova verifica.

PARTE X. — Art. 49. Le tasse di prova e bollatura per i contatori che soddisfano alle condizioni richieste, sono così stabilite:

a) una tassa fissa di 4 corone;

b) una tassa in più di 12 heller per ogni ampere e per ogni ettowatt del massimo carico, questa da applicarsi al massimo di 150 ampere e da raddoppiare se si tratta di contatori a doppia tariffa, da triplicare se si tratta di contatori a tariffa tripla, ecc.

Art. 50. — Per i contatori che non soddisfano alle condizioni richieste:

per i contatori da 100 ampere la stessa tassa nella stessa misura, per i contatori da 100 a 200 ampère due terzi della tassa di cui all'articolo precedente;

per quelli di più di 200 ampère la metà.

Art. 51. Le tasse saranno pagate dopo eseguita la prova.

Per l'accettazione d'un nuovo tipo è fissata la tassa di 300 corone.

Spagna. — Il servizio di controllo, secondo il regolamento spagnolo, è informato ai seguenti concetti:

1° Esso contempla soltanto gli integratori di quantità (compresi i tipi elettrolitici) e di energia, per corrente continua ed alternata.

2° È necessaria l'approvazione del Governo per l'introduzione in commercio di qualunque sistema, inoltre ogni contatore prima di essere usato deve venire controllato dai verificatori.

3° I *verificatori,* a cui è affidato il controllo dei contatori, sono nominati dal Governo, il quale non fornisce ai verificatori, nè laboratori, nè apparecchi. Ogni verificatore è addetto ad una certa zona; egli approva i laboratori privati che ne fanno richiesta, e questi vengono proclamati ufficiali.

Nel richiedere al Governo l'approvazione di un sistema di contatori, si può indicare il laboratorio in cui si preferisce sia eseguita la misura, e di conseguenza anche il verificatore che più aggrada. Il necessario personale viene assunto a spese dei singoli verificatori.

Digitized by Google

4° Per l'approvazione i contatori devono soddisfare alle condizioni seguenti:

a) l'errore, a qualunque carico, non deve superare il 4.5 per cento, se la verifica è eseguita in laboratorio mediante voltometro; il 5 per cento se mediante amperometro e voltometro tarati; il 6 per cento se la verifica, anzichè in laboratorio, è eseguita in posto;

b) a vuoto il contatore non deve dare alcuna indicazione.

5° L'utente può fare esso stesso richiesta della verifica. Le società distributrici di energia non potranno eseguire direttamente una verifica se non dopo che l'utente abbia esplicitamente dichiarato che rinuncia alla verifica ufficiale.

6° Se l'errore constatato da una verifica ufficiale supera il limite legale di tolleranza in senso sfavorevole alla società, questa è tenuta al rimborso della percentuale riscontrata sulla somma pagata dall'utente dall'epoca dell'ultima verifica; se il risultato è sfavorevole all'utente, questo deve soltanto pagare la tassa di verifica.

La verifica però può essere rinnovata ad istanza di una delle parti; perdurando il disaccordo, giudica senza appello la Direzione generale del Ministero di agricoltura, industria e commercio.

7° È concesso agli utenti di installare apparecchi propri, purchè possano venir suggellati dalle società; non però quando il contatore è fornito dalla società senza aggravio di nolo.

8° Le verifiche ufficiali sono tassate come segue:

Ettowatt			Pesetas
0 ÷ 5	inclusive		4 —
5 ÷ 15	»		4.50
15 ÷ 30	»		7.50
30 ÷ 60	»		11.25
60 ÷ 120	»		15 —
più di 120	»		20 —

oppure:

Ettowattora medi mensili			Pesetas
0 ÷ 250	inclusive		5 —
250 ÷ 500	»		8 —
500 ÷ 750	»		10 —
750 ÷ 1000	»		15 —
1000 ÷ 1500	»		20 —
più di 1500	»		25 —

col 10 per cento di sconto se vengono presentati dieci o più apparecchi dello stesso calibro;

per ammettere un sistema nuovo: 25 pesetas.

Digitized by Google

Germania. — Il 5 giugno 1898 veniva emanata la legge tedesca sulle unità di misura comprendente 13 articoli, nei quali sono definiti l'ohm, l'ampere direttamente, come stabilito dal Congresso di Chicago, e il volt, per dipendenza dall'ohm e dagli ampere. Il Reichsanstalt è incaricato di stabilire le norme per la preparazione dei campioni per la verifica degli istrumenti, nonchè i limiti per la tolleranza sull'esattezza delle loro indicazioni.

Il regolamento fu pubblicato il 6 maggio 1901. Oltre le prescrizioni relative all'unità, esso contiene le norme relative ai contatori elettrici, stabilendo i limiti di tolleranza e distinguendoli in due grandi categorie: per corrente continua e per corrente alternata, compresi i sistemi trifasi.

Pei contatori a corrente continua e per tutti i carichi compresi fra il valore massimo M e un decimo del massimo, l'errore nella indicazione del contatore, in eccesso o in difetto, non deve essere superiore al $^{6}/_{1000}$ del massimo carico (0.006 M), aumentato di $^{6}/_{100}$ del carico effettivo (0.06).

Inoltre per un carico uguale a $^{1}/_{25}$ del massimo l'errore, in eccesso o in difetto, non dev'essere maggiore di 0.02 M.

Queste norme sono valide finchè la potenza da misurare non scenda al disotto di 30 watt.

Le indicazioni del contatore a carico esterno nullo, tanto in un senso quanto in un altro, non devono superare i $^{5}/_{1000}$ dell'indicazione a pieno carico.

Per i contatori a *corrente alternata* l'errore percentuale tollerato ai singoli carichi è quello che risulta dal disposto per quelli a corrente continua, aumentato del doppio della tangente dell'angolo di sfasamento.

La verifica è facoltativa; le tariffe sono le seguenti:

Ampere	Fino a 150 volt	
	fili	più fili e trifase
0 a 5	M. 4 —	M. 6 —
5 a 10	» 5 —	» 7 —
10 a 15	» 5.5	» 7.5
15 a 30	» 6.5	» 8.5
30 a 50	» 8 —	» 10 —
50 a 100	» 10 —	» 12 —
100 a 150	» 13 —	» 15 —
150 a 300	» 16 —	» 18 —
300 a 500	» 19 —	» 21 —
500 a 1000	» 24 —	» 26 —

Digitized by Google

Ampere	Fino a 150 volt	
	2 fili	più fili e trifase
1000 a 1500	» 29 —	» 31 —
1500 a 3000	» 34 —	» 36 —
3000 a 5000	» 44 —	» 46 —
5000 a 10000	» 64 —	» 66 —

Oltre i 150 volt, un marco ogni 150 volt in più.
Per lo studio di un nuovo sistema: marchi 300.

Inghilterra. — Il regolamento della Board of Trade stabilisce che per mettere in commercio un contatore ne devono essere depositati dal costruttore tre esemplari. Questi esemplari vengono provati secondo norme variabili collo sviluppo della tecnica. Attualmente sono in vigore, fra le altre, le prescrizioni seguenti:

a) i contatori di energia non devono risentire in modo sensibile la variazione di $\pm$ 10 per cento nella tensione e nella frequenza;

b) l'errore delle indicazioni non deve superare il 2 per cento per qualsiasi carico compreso fra $^1/_{10}$ e $^1/_1$ del normale, quando questo superi 3 ampere, e $\pm$ 3 per cento per intensità minori.

Per i contatori già installati però la verifica è facoltativa.

Gli ispettori ne vengono incaricati da un'autorità competente qualsiasi (per es., i Municipi) e devono ritenere corretto un istrumento che presenti errori anche superiori del $^1/_2$ per cento ai limiti accennati; come costante viene ritenuta la media dei valori che esso presenta a tre carichi uguali, rispettivamente a $^1/_5$, $^1/_2$, $^4/_5$ circa del pieno carico.

Francia. — Base della legislazione francese è il decreto 2 maggio 1896, comprendente 3 articoli, nei quali sono definite le unità di resistenza, di intensità e di f. e. m.

Al decreto è annesso un rapporto di Violle, nel quale sono definiti il coulomb, il farad, l'henry, il joule, il watt, l'unità d'intensità luminosa, nonchè le prescrizioni per la determinazione dell'ampere e la preparazione dell'elemento di Latimer Clark, secondo il Congresso di Chicago del 1893.

A Parigi fu instituito, con decreto prefettizio, un laboratorio municipale per la verifica dei contatori, che è facoltativa.

Belgio. — Nel 1903 il Belgio ha pubblicato una legge che si avvicina a quella tedesca.

In essa sono definiti l'ohm e l'ampere direttamente, il volt come dipendente dai due primi, le altre unità potranno essere fissate con

*

Digitized by Google

decreto reale. Una Commissione è incaricata di stabilire i campioni pratici delle unità legali.

All'art. 9 è stabilito che tutti gli istrumenti di misura, e non i soli contatori, devono essere verificati prima dell'uso, e tutti potranno essere assoggettati al bollo ed alle verifiche periodiche.

La tolleranza nell'esattezza delle indicazioni sarà fissata dal Ministero sull'avviso della Commissione suaccennata.

Le verifiche potranno essere affidate ai funzionari del servizio di pesi e misure.

Esame preventivo dei tipi.

È opportuno ed utile, da parte dello Stato, un esame preventivo dei tipi di misuratori ed il rilascio del certificato ufficiale di idoneità?

È anzitutto necessario esaminare lo scopo che tale procedere può avere, e cioè quello di non tollerare l'uso di misuratori che per tipo e costruzione non possano garantire agli utenti una sufficiente esattezza d'indicazione.

Le qualità principali, che un buon misuratore deve possedere, sono due, e parimenti importanti: una buona « curva di costante », sotto qualsiasi natura di carico, e la inalterabilità delle condizioni iniziali col tempo e coll'uso.

Un esame preventivo del misuratore, non potrà che mirare alla verifica della prima di queste qualità, giacchè non si vorrà ammettere che il costruttore di contatori debba attendere qualche anno prima di poter sapere se il suo apparecchio è o meno approvato, quindi l'esame preventivo non potrà dare all'utente di energia elettrica che una garanzia molto vaga sul comportamento futuro del misuratore.

L'inutilità di un provvedimento non è sempre qualità sufficiente per farlo condannare: lo diviene quando si possa dimostrare che porti con sè danni ed inconvenienti.

Infatti, come per tutte le macchine, anche per i misuratori elettrici avviene che i primi esemplari prodotti non siano perfetti, ma che il loro perfezionamento nasca dalle risultanze dell'uso, risultanze che inducono man mano a correggere quei difetti che solo la pratica può rilevare.

Può darsi anche che un apparecchio basato su un concetto nuovo e geniale non trovi subito la sua migliore traduzione in atto; l'esame

Digitized by Google

preventivo coscienzioso dovrebbe respingerlo, scoraggiando così l'inventore, mentre forse il lasciarlo in uso libero gli permetterebbe di arrivare gradualmente alla forma finale, e ciò con utilità per tutti.

È il giudizio di chi deve usare uno strumento che deve avere il massimo valore, non quello di un laboratorio ufficiale, il quale poi d'altra parte, per ragioni ovvie e comuni a tutti gli organi dello Stato, sarà costretto talvolta a dare maggior peso agli elementi burocratici che a quelli puramente tecnici.

Per tali considerazioni, l'esame preventivo deve essere ritenuto dannoso al libero e sano sviluppo dell'industria.

Piombatura dei misuratori.

L'apporre una piombatura od un bollo ad un istrumento elettrico, quando non abbia scopo esclusivamente fiscale, dovrebbe avere quello di garantire che le sue condizioni non possano venire alterate fino a che il bollo non venga manomesso.

La piombatura deve perciò presupporre due condizioni essenziali, cioè:

1° che lo strumento bollato non possa essere alterato senza rottura del bollo;

2° che non possa alterarsi spontaneamente.

Queste le condizioni, senza le quali la bollatura non ha senso nè scopo alcuno; non possono essere presupposte nel misuratore elettrico per molte ragioni e cause che, quantunque ovvie e note, vogliono brevemente essere qui esaminate.

Le scosse e gli urti che i misuratori possono subire ne alterano facilmente la costante. Ora, siccome la verifica preventiva verrà eseguita presso un laboratorio centrale, gli istrumenti dovranno poi essere imballati, trasportati sui carri o per ferrovia, e molto spesso arriveranno starati all'utente, malgrado la piombatura.

In secondo luogo, chi non conosce tutte le trovate dirette allo scopo di alterare la marcia del misuratore? Paglie di sigari, introdotte pel forellino, polveri di ogni genere soffiate attraverso alle connessioni del coperchio, liquidi sciropposi lasciati scolare nell'interno. Ladri più evoluti hanno trovato, in certi tipi di misuratori, molto conveniente l'applicazione di calamite esterne con un beneficio annuo non indifferente.

A queste cause volontarie si aggiungono quelle spontanee, indebolimento dei magneti frenanti, sia per invecchiamento sia per effetto

Digitized by Google

di corti circuiti, logoramento dei perni, rottura delle pietre di appoggio, guasti ai rotismi registratori ed altri simili.

Si aggiunga anche che nei tipi di misuratori a spazzole è necessaria la pulitura periodica del collettore, e che perciò, come si è dovuto permettere colla legislazione austriaca, sia lasciato un finestrino, pel quale gli agenti della società possano accedere al collettore e pulirlo, come se questa operazione non potesse da sola alterare la costanza del misuratore malgrado la piombatura.

Tutte queste considerazioni ci portano a concludere che l'applicazione di un piombo ai misuratori non ha valore alcuno, giacchè pretenderebbe di garantire l'immutabilità di un ente per sè variabile e alterabile senza la rimozione del piombo stesso.

Ma vediamo anche i danni e gli inconvenienti che ne deriverebbero.

La taratura dovrebbe farsi in un laboratorio dello Stato, come in Austria, oppure in più laboratori, nei quali affluirebbero da tutte le parti i misuratori.

La pratica dell'Austria mostra che occorre un tempo lunghissimo per ottenere la taratura e bollatura, ci vogliono settimane e mesi, e ciò aumenta notevolmente il numero dei contatori che ogni società deve provvedere.

Abbiamo già accennato al fatto di contatori che arrivano guasti e starati e che vanno quindi rimandati all'ufficio di controllo.

Lato fiscale del provvedimento.

Si aggiunga infine la nuova tassa che verrebbe necessariamente ad aggravare sugli utenti, e tanto su quelli che usano l'energia elettrica per l'illuminazione, quanto su quelli che la usano per forza motrice.

Il colpire, sia pure indirettamente, con nuovi balzelli l'energia elettrica, corrisponde a colpire una delle origini della nostra vita industriale, la forza idraulica, contro la quale il fisco da ogni parte allunga i suoi tentacoli, con successo purtroppo crescente sempre.

Si afferma che in questo provvedimento per le misure elettriche il Governo non sia mosso da scopi fiscali; tuttavia non sarà inutile mostrare come anche sotto questo punto di vista il risultato che se ne otterrebbe non basterebbe a giustificarlo.

A quanto pare si può valutare a 60,000 il numero dei contatori esistenti in Italia, numero che può sembrare piccolo a prima

Digitized by Google

vista, ma che è giustificato dal fatto che la maggior parte della energia per forza motrice e, nei piccoli impianti, anche quella per luce è venduta *à forfait.*

Se si volesse anche ammettere una tassa media L. 10 e un bollo obbligatorio quinquennale, ne risulterebbe un incasso di L. 120,000 per anno.

Se deduciamo la spesa richiesta dall'impianto e dall'esercizio dei laboratori, dal personale e dall'amministrazione di un simile organo dello Stato, possiamo concludere che il beneficio netto che lo Stato potrebbe ricavarne sarebbe ben misera cosa, se pure non si risolverebbe in una perdita rilevante.

Quindi nemmeno la ragione fiscale può persuadere ad introdurre un metodo che è inutile di fronte allo scopo che si prefigge e che porta intralcio e nuovi pesi all'industria elettrica, e che avrà come solo effetto sicuro quello di diffondere l'uso del contratto *à forfait,* che sotto molti aspetti e in molti casi è di pregiudizio allo sviluppo dell'industria stessa.

La Commissione si dichiara nettamente contraria all'approvazione di tipo, alla verifica preventiva ed alla piombatura e bollatura dei misuratori da parte dello Stato.

Ingerenza razionale dello Stato.

Quantunque la Commissione si dichiari contraria ai bolli ed alle verifiche ufficiali dei misuratori, non per questo essa è contraria all'intervento dello Stato nelle misure elettriche, qualora questo intervento sia di tale natura da esercitarsi in modo razionale ed utile dove ne è sentita la necessità.

Attualmente nei rapporti fra le Società produttrici ed utenti di energia elettrica non è sentito il bisogno di un bollo sui misuratori, anzi, sotto questo rapporto, l'intervento dello Stato non servirebbe a nulla, perchè il giorno in cui nell'utente o nella Società sorgessero dubbi sulla esattezza del misuratore, si dovrebbe ricorrere alla verifica od al ricambio dello strumento, quantunque il bollo sia stato imposto quasi a garantirne l'esattezza.

Ciò di cui si sente il bisogno è di un mezzo ufficiale per derimere le questioni che possono insorgere intorno alla esattezza delle misure elettriche.

Infatti: quando oggi Società ed utente si trovano in disaccordo, ricorrono ad un professionista di comune fiducia od al laboratorio

Digitized by Google

di un Istituto superiore, ma tale procedimento è sempre basato sulla fiducia che le parti hanno delle persone o dell'ente a cui ricorrono.

Se una delle parti si rifiutasse di riconoscere esatti i campioni di un laboratorio, come si potrebbe giungere a risolvere la questione?

Perciò sembra alla Commissione giustificato che lo Stato metta a disposizione del pubblico i mezzi per accertare l'esattezza degli istrumenti usati nelle misure elettriche in quanto essi servano di base alle trattative commerciali.

Ciò potrebbe essere fatto col rendere ufficiali i laboratorî degli Istituti superiori, col fondarne altri se è necessario, e col provvederli di tutti i mezzi adatti e sufficienti allo scopo che si vuole ottenere.

Ammesso ciò come principio, la Commissione si è anche occupata di ricercare quale potrebbe essere il migliore funzionamento di un ordinamento simile, e le sue conclusioni sono qui sotto raccolte.

Come procederebbero le verifiche.

La Commissione è d'opinione che si debba alterare il meno possibile l'andamento odierno dei rapporti fra Società ed utenti, ed imporre il minor numero possibile di ostacoli alla libertà sia del venditore che del compratore di energia elettrica: perciò ritiene che nulla debba ostacolare ciò che oggi appare rispondere alle comuni esigenze, e cioè che in caso di disaccordo o d'incertezza sulle indicazioni di un misuratore abbia ad intervenire un libero professionista: però che a questi lo Stato offra il modo di usare per le misure strumenti portatili, ufficialmente tarati.

Una delle principali funzioni dei laboratorî dello Stato dovrà essere dunque quella di tarare, dietro richiesta e dietro pagamento di un adeguato compenso, gl'istrumenti che servono alle verifiche; la prova della taratura potrà essere un certificato od altro la cui validità sia limitata ad un tempo da determinarsi.

Ma ciò non basta; siccome è equo che ogni giudizio abbia una possibilità di appello, così bisogna dar modo alle parti di appellarsi contro le decisioni di chi ha eseguite le misure.

Questa funzione di appello, ma ristretta esclusivamente alle misure elettriche, potrebbe spettare ai laboratorî dello Stato.

Nulla si oppone poi a che ci si possa indirizzare ai laboratorî dello Stato in prima istanza, invitandoli senz'altro ad eseguire la verifica.

Digitized by Google

Commissione permanente delle misure elettriche.

Siccome poi questi diversi laboratorî dello Stato avrebbero vita autonoma ed indipendente, potrebbe nascere l'inconveniente di una disparità di criteri, nell'esercizio delle stesse mansioni, fra uno o l'altro, ciò che è da evitarsi fra organi che ugualmente dipendano dallo Stato e che devono adempiere alle stesse funzioni.

Perciò sembra opportuno alla Commissione di creare un ente che colleghi insieme i diversi laboratorî; e questo ente nasce naturalmente quando lo si formi coi direttori stessi dei laboratorî. Tali direttori dovrebbero, pel solo fatto della posizione che occupano, far parte di una Commissione permanente delle misure elettriche, la cui funzione, espressa in poche parole, dovrebbe essere di disciplinare ed uniformare i metodi di misura.

Della Commissione sarà necessario, allo scopo di mantenere un continuo contatto fra i laboratorî e le esigenze dell'industria, che faccia parte un'adeguata rappresentanza ufficiale dell'A. E. I.

Meglio potranno essere definiti i poteri di questa Commissione dopo che avremo esaminate altre eventuali ingerenze che lo Stato potrebbe avere nelle misure elettriche.

In ogni caso ad essa verrebbe affidata la conservazione di campioni ufficiali delle unità.

Restrizioni legislative per i fornitori di corrente elettrica.

Incidentalmente nasce qui la questione se i fornitori di energia elettrica debbono o meno essere liberi di aprire od asportare i misuratori senza darne preavviso agli utenti.

La Commissione opina che, senza una restrizione legislativa su questo punto, gli utenti non sarebbero sufficientemente protetti di fronte ai fornitori di corrente elettrica; perciò propone che liberi essendo tanto i detti fornitori che l'utente di provvedere alla verifica dei contatori, venga nella legislazione inserito l'obbligo di un preavviso opportunamente disciplinato quando sia necessaria da parte dei fornitori di corrente elettrica la rimozione o l'apertura dei misuratori.

Digitized by Google

Limiti di tolleranza nelle misure.

Vi sono due altri punti sui quali alcuni Stati esteri hanno creduto di dovere intervenire: quello della definizione della costante di un contatore e quello della determinazione dei limiti di tolleranza.

Il contatore, essendo uno strumento che integra su di un quadrante l'energia e la corrente elettrica consumata in un circuito, la sua costante dovrebbe essere unica qualunque sia il suo carico: è notoria invece l'impossibilità pratica di raggiungere questa condizione. Ne viene per prima conseguenza che sia necessario anzitutto definire che cosa si debba intendere per costante di un contatore e come la si debba comporre. Converrà cioè prescrivere che si ricerchino i valori della costante in corrispondenza di certi valori percentuali del carico, e che dai diversi valori ottenuti si ricavi la costante, che diremo *legale,* seguendo un determinato procedimento analitico.

Siccome si è detto che i valori della costante a diversi carichi non coincidono, così sarà necessario stabilire un certo limite massimo di divergenza fra detti valori, e cioè un limite di tolleranza nella forma della *curva della costante.*

In secondo luogo devesi considerare che ogni misura elettrica è soggetta ad errore, sia per l'imperfezione degli strumenti usati, sia per quella degli organi dell'operatore, per modo che per ogni misura si potrà determinare un certo errore che delimiti il grado di esattezza possibile della misura stessa.

In generale, per gli strumenti elettrici, questi limiti sono molto piccoli: non lo sono però quando si tratti di un contatore elettrico, che è uno strumento di carattere essenzialmente industriale. È quindi equo e razionale stabilire anche per questo titolo un limite di tolleranza, che chiameremo *di misura,* il cui significato e la cui portata saranno: che la costante di un contatore rimarrà invariata se il valore trovato in una nuova verifica non diversifichi dalla costante primitiva di una quantità superiore al limite di tolleranza di misura.

Resta ancora una considerazione.

Nel lasso di tempo che separa due diverse verifiche di un contatore, possono intervenire molteplici cause di alterazione della costante non imputabili nè al fornitore nè al compratore, e delle quali non è facile stabilire l'effetto, perchè non si conoscono i diversi carichi sotto cui il contatore ha lavorato. È quindi equo stabilire

Digitized by Google

un altro limite di tolleranza che chiameremo *di variazione di costante*, il cui significato preciso sia quello di estinguere i diritti di reciproco rimborso, quando la variazione della costante sia contenuta entro tale limite. Questo limite sarà naturalmente superiore a quello di misura.

Riassumendo, sembra equo e conveniente stabilire:

1. Un limite di tolleranza nella curva di costante dei contatori.

2. Un limite di tolleranza nella misura della costante, che tenga conto degli errori inevitabili dovuti ai metodi di misura, agli strumenti ed al carattere industriale dei contatori stessi.

3. Un limite di tolleranza nelle variazioni di costante, superiore al precedente, e che tenga conto delle variazioni spontanee delle costanti dei contatori.

Debbono questi elementi fissarsi dallo Stato, oppure essere lasciati liberi nella stipulazione dei contratti fra compratore e venditore?

La Commissione, considerando: che è utile avere una uniformità nell'applicazione di questi elementi; che si tratta di concetti alquanto complessi e poco accessibili alla massa degli utenti; conclude: col consigliare la ingerenza dello Stato nella questione.

È però necessario intendersi sul modo.

Lo stabilire i limiti di tolleranza per legge sembra alla Commissione un errore grave, giacchè la legge deve per sè stessa essere stabile e difficilmente mutabile, mentre l'industria elettrica è in continua evoluzione, e ciò che oggi potrebbe sembrare equo domani potrebbe essere iniquo.

La legge dovrebbe perciò limitarsi ad affermare il principio ed a delimitarne la portata, deferendo ad un ente, avente carattere consultivo, la determinazione dei valori dei limiti, valori da assoggettarsi ad una periodica revisione e da rendersi esecutivi mediante decreto ministeriale.

E questo ente consultivo potrebbe essere la Commissione permanente delle misure a cui fu già accennato.

Conclusioni.

Riassumendo, la Commissione fa le seguenti proposte:

In tema di unità elettriche:

1. Che anche in Italia venga creata una legislazione sulle unità elettriche di misure.

Digitized by Google

2. Che il Governo si attenga alle deliberazioni che prenderà la Commissione internazionale nominata in seguito al Congresso di St-Louis.

3. Che interpelli sulla questione l'A. E. I. prima di formulare i provvedimenti relativi.

In tema di misuratori elettrici:

4. Che non si richieda per i contatori nessuna approvazione preventiva del tipo.

5. Che nessuna verifica ufficiale preventiva dei misuratori venga imposta.

6. Che non vengano imposti bolli o piombi ai misuratori elettrici.

7. Che vengano creati dei laboratorî ufficiali di taratura, allo scopo:

a) di tarare gl'istrumenti verifica;

b) di eseguire direttamente, se richiesti, le verifiche dei misuratori; il responso dei laboratorî ufficiali non è appellabile in via amministrativa.

8. Che venga istituita una Commissione superiore delle misure elettriche, composta dei direttori dei laboratorî dello Stato e da una rappresentanza dell'A. E. I., la quale:

a) disciplini i metodi di verifica e di misura;

b) conservi i campioni delle unità elettriche;

c) agisca come ente consultivo del Governo in tema di misure elettriche;

d) definisca la maniera di comporre la costante legale del misuratore;

e) determini i valori dei limiti di tolleranza delle misure;

f) proceda ad una revisione periodica delle proprie decisioni.

LA COMMISSIONE.

Digitized by Google

NOTIZIE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

E

Verbali delle Sedute delle Sezioni

SEDE CENTRALE.

Commissione per lo studio delle unità e misurazioni elettriche.

In seguito alla circolare del 1° dicembre scorso, pubblicata negli Atti vol. VIII, fasc. 5, le sezioni dell'A. E. I. procedettero alla nomina dei membri della Commissione.

Questa risultò composta come segue:

Sezione di	**Bologna:**	Donati ing. Alfredo - Lanino ing. Pietro.
Id.	**Firenze:**	Pasqualini prof. Luigi - Santarelli ing. Giorgio.
Id.	**Genova:**	Buffa ing. Mario - Garibaldi prof. ing. Cesare.
Id.	**Milano:**	Barberis ing. Giovanni - Bertini ing. Angelo - Danioni ing. Filippo - Motta ing. Giacinto - Panzarasa ing. Alessandro - Semenza ing. Guido - Zunini ing. prof. Luigi.
Id.	**Napoli:**	Bonghi ing. Mario - Fano ing. Guido - Montù ing. Carlo.
Id.	**Padova:**	Biagini ing. Augusto - Rossi prof. ing. L. Vittorio.
Id.	**Palermo:**	Cantone prof. Michele.
Id.	**Roma:**	Banti prof. Angelo - Mengarini prof. Guglielmo - Penso ing. Raffaele - Salvadori ing. Riccardo.
Id.	**Torino:**	Ferraris prof. ing. Lorenzo - Fornaca ing. Guido - Pinna ing. Raffaele - Thovez ing. Ettore.

La Commissione fu convocata in Roma il 22 gennaio 1905 alle ore 11.

Erano presenti i sigg. prof. M. Ascoli, ing. M. Buffa, ing. A. Panzarasa, ing. G. Fano, ing. C. Montù, ing. A. Biagini, prof. G. Mengarini, ing. R. Penso, ing. R. Salvadori, prof. L. Ferraris.

Digitized by Google

Avevano data regolare delegazione i sigg. ing. C. Garibaldi, ing. G. Barberis, A. Bertini, F. Danioni, G. Motta, G. Semenza, L. Zunini, ing. G. Fornaca, ing. R. Pinna, E. Thovez.

La Commissione elesse a presidente il prof. M. Ascoli ed a segretario l'ing. R. Salvadori.

Dopo lunga discussione si deliberò:

1° d'informare ufficialmente il Ministro di A. I. e C. che l'A. E. I., preoccupata dal pregiudizio grande che potrebbe nascere alle industrie elettriche da nuove leggi su questo argomento, ha nominato una commissione di tecnici perchè sia intesa dalla Commissione ministeriale prima di presentare le sue conclusioni;

2° di nominare in seno alla commissione una sottocommissione perchè prepari il materiale di studio da distribuirsi a tutti i membri della Commissione e da discutersi in riunioni plenarie. A far parte di questa sottocommissione sono nominati i sigg. Ferraris, Mengarini, Montù, Motta, Panzarasa e Pinna;

3° lavorare separatamente ma d'accordo con le società esercenti industrie elettriche;

4° dare mandato al presidente di curare, coi mezzi più opportuni, l'attuazione dei concetti espressi, mantenendo viva l'agitazione nelle Sezioni.

SEZIONE DI FIRENZE.

Adunanza del 29 gennaio 1904.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Discussione e votazione del bilancio preventivo 1904.
3. Votazione delle proposte di aggiunte al regolamento della Sezione circa l'istituzione dei soci studenti.
4. Votazione della proposta di modificazione all'art. 9 del regolamento circa la data delle assemblee generali.

Presenti otto soci.

Presiede l'ing. Santarelli.

Il **Presidente** comunica l'ammissione a socio del cav. Guido Mariani.

Quindi si procede allo spoglio della votazione, fatta per corrispondenza, sugli articoli 2, 3 e 4 dell'ordine del giorno. Hanno risposto 45 soci tutti favorevolmente.

Digitized by Google

Si dichiara quindi approvato il bilancio preventivo 1904.

Attività.

Residuo esercizio precedente	L.	153.87
Contributo soci residenti 54 × 20		1296.—
» non residenti 12 × 20		240.—
» collettivi 4 × 40		160.—
Credito verso esercizio 1905 per pigione anticipata . .		103.33
Contributo nuovi soci probabili e introiti diversi . . .		51.—
	L.	2004.20

Passività.

Contributo Sede centrale soci individuali	L.	660.—
» » » collettivi		80.—
» » » probabili		20.—
Abbonamento giornali		262.—
Acquisto libri		100.—
Pigione locale e servizio		310.—
Luce elettrica		35.—
Debito verso esercizio 1903 per pigione anticipata . .		103.33
Cancelleria, posta, stampa e rilegature		150.—
Spese esazione		30.—
Spese per conferenze e diverse		100.—
A pareggio . . .		153.87
	L.	2004.20

e si dichiara anche approvato che all'art. 3 del Regolamento si aggiunga una quarta indicazione di categoria di soci: *IV. Soci studenti;* che all'art. 5 si aggiunga l'indicazione della tassa: " L. 12 per i soci studenti „ e che l'art. 11 dica che "... hanno però diritto al voto soltanto i soci della Sezione toscana esclusi i soci studenti. „

L'art. 9 resta poi così modificato:

" La Sezione dovrà tenere almeno tre adunanze generali all'anno: una " entro il 1° dicembre per il sorteggio delle cariche sociali; un'altra entro " il 20 dicembre per l'elezione delle nuove cariche; una terza entro il 20 gen- " naio per l'approvazione dei bilanci consuntivo e preventivo. I nuovi eletti " entreranno in carica il 1° gennaio. „

Al termine dell'adunanza il socio **Sizia** domanda informazioni circa la questione del Regolamento per le norme di sicurezza per gl'impianti elettrici, e, saputo dal Presidente che la questione è sempre sospesa, fa voti perchè siano pubblicate le norme di sicurezza compilate dal senatore Blaserna per incarico del Ministero della pubblica istruzione, e propone che la

Digitized by Google

questione del Regolamento sia risollevata portandola all'ordine del giorno della prossima adunanza della Sezione.

Dopo uno scambio d'idee circa i libri da acquistarsi per la biblioteca coi fondi stanziati in bilancio, e dopo un invito del Presidente ai soci perchè vogliano arricchire la biblioteca con doni di libri, la seduta è sciolta.

Adunanza del 18 marzo 1904.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Proposte del socio Sizia circa le norme di sicurezza per gli impianti elettrici.
3. Comunicazione del dott. O. Scarpa sui campioni di f. e. m. ed aggiunta alla sua precedente comunicazione sulle misure magnetiche.

Presenti 14 soci, la seduta è aperta alle 21.15.

Presiede il presidente Pasqualini.

Il **Presidente** commemora con sentite parole il marchese ing. Dino Uguccioni che cooperò attivamente alla costituzione della Sezione toscana, della quale era stato ufficiato ad accettare la Presidenza; inutilmente però perchè non volle accettare l'incarico.

Il **Presidente** quindi comunica che per il 10 aprile è fissata una gita sociale a Pisa e alla Valle del Serchio per visitare il laboratorio fisico del prof. Battelli e le principali industrie alimentate dal Serchio.

Il socio **Sizia** svolge quindi la sua proposta intesa a far sì che si abbia finalmente un regolamento per le norme di sicurezza negli impianti elettrici e dice che sarebbe opportuno affidarne lo studio a una Commissione di soci della Sezione.

Il resultato del lavoro della Commissione potrebbe poi essere utile non solo alla Sezione toscana, ma a tutta l'Associazione.

L'ing. **Del Negro,** delegato della Fondiaria, spiega come le Compagnie di assicurazione gradirebbero un regolamento emanato dall'A. E. I. e lo prenderebbero a base delle prescrizioni da imporsi agli assicurati.

Roster dice che gli studi si potrebbero fare d'accordo colle Compagnie, ma **Santarelli** non crede opportuna un'intesa preventiva perchè farebbe perdere importanza all'opera dell'Associazione.

Roster risponde che sarebbe bene assicurarsi dell'appoggio delle Compagnie dopo la pubblicazione del regolamento.

Pasqualini dice che le norme sarebbero utili anche ai privati perchè vi sono molti installatori che non sanno il loro mestiere.

Scarpa dice che sarebbe bene anche regolarizzare le norme con conferenze o altro.

Digitized by Google

Si stabilisce di nominare una Commissione unica che si divida poi in due Sottocomissioni una delle quali si occupi degl'impianti interni, l'altra delle stazioni e delle linee.

La Commissione viene costituita dai soci:

Minuti, Molfino, Pasqualini, Pflaumer, Roiti, Santarelli, Scarpa, Sizia, Spallicci.

La seduta quindi è tolta.

11 aprile — Gita allo Stabilimento Richard-Ginori a Doccia;

1-2 maggio — Gita a Pisa - Visita alla Scuola di fisica e alla Centrale elettrica - Gita a Ponte a Moriano.

Adunanza del 1° dicembre 1904.

ORDINE DEL GIORNO:

Sorteggio delle cariche sociali.

Vengono sorteggiate, secondo quanto prescrive l'art. 9 del regolamento modificato il 29 gennaio, le seguenti cariche:

Presidente: Prof. Pasqualini;

Consiglieri: Prof. Vimercati; ing. Molfino.

Si dichiarano poi scaduti col 1° gennaio il segretario ing. Picchi e il cassiere ing. Rampoldi per compiuto triennio.

Il consigliere delegato ing. Rampoldi per compiuto biennio.

I tre revisori dei conti: Tolomei, De Goracuchi e Minuti.

Si stabilisce d'indire la votazione per il 16 corrente.

Il Segretario
Ing. ALBERTO PICCHI.

Adunanza del 16 dicembre 1904.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Conferenza del socio ing. Domenico Spallicci sulle « Comunicazioni elettriche delle rotaie ».
3. Elezione delle cariche sociali scadute.

La seduta comincia alle ore 9.

Presiede il prof. Pasqualini.

Il **Presidente** comunica che Firenze è stata scelta a sede della riunione annuale dell'A. E. I. per il prossimo anno 1905. Comunica poi che per la primavera è in progetto un'escursione sociale alle miniere del Monte Amiata. Dà quindi la parola al socio ing. D. Spallicci.

(Il riassunto della conferenza sarà pubblicato a parte).

Digitized by Google

Terminata la conferenza si procede allo scrutinio della votazione per le cariche sociali. Resultano eletti:

Presidente: Pasqualini (26 voti).
Segretario: Castelfranco (23 voti).
Cassiere: Picchi (24 voti).
Consiglieri:
Magrini (24 voti).
Molfino (24 voti).
Consigliere delegato: Sizia (24 voti).
Revisori dei conti:
Minuti (26 voti).
Tolomei (25 voti).
Goracuchi (23 voti).
La seduta è sciolta alle ore 22.30.

Adunanza del 20 gennaio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Discussione e votazione del bilancio consuntivo 1904.
3. Discussione e votazione del bilancio preventivo 1905.

Presenti 11 soci.

Presiede il vice-presidente ing. Santarelli.

È approvato il verbale dell'assemblea precedente.

Si prende atto del passaggio dell'ing. Pontecorvo dalla Sezione di Milano a quella toscana e dell'ammissione del nuovo socio ing. Angelo Rosselli. Si dà lettura della relazione dei revisori dei conti, nella quale viene constatato con soddisfazione che il miglioramento delle condizioni finanziarie della Sezione è tale da aver permesso lo stanziamento di un primo fondo per il ricevimento dei colleghi di tutta Italia che nel 1905 saranno ospiti graditissimi della Sezione toscana.

Il bilancio consuntivo 1904 viene quindi approvato con voti 24.

Il cassiere uscente **Rampoldi** dichiara di astenersi dalla votazione.

Il bilancio preventivo 1905 riporta l'approvazione con voti 25.

L'ing. **Rampoldi,** consigliere delegato alla Sede centrale, riferisce in merito agli argomenti di maggiore interesse per la Sezione toscana che furono oggetto di discussione nell'assemblea generale di Bologna.

L'ing. **Molfino** osserva che sarebbe stato desiderabile che il verbale di detta assemblea avesse contenuto una più diffusa relazione di quanto fu detto riguardo alla scelta di una Sezione per sede fissa della biblioteca dell'Associazione.

Dopo ciò la seduta viene sciolta.

Il Segretario
Ing GUIDO CASTELFRANCO.

Digitized by Google

Bilancio consuntivo 1904.

Sezione di Firenze.

ATTIVITÀ.	Preventivo	Consuntivo entrate	Consuntivo da esigere	Differenza
Residuo esercizio preced. L.	153.87	186.93	..	+ 33.06
Contributo soci	1696 —	1604 —	92 —	. .
Credito verso esercizio 1905 per pigione e servizio dei primi 4 mesi	103.33	..	103.33	. .
Contributo nuovi soci e introiti diversi	51 —	85.07	..	+ 34.07
L.	2004.20	1876 —	195.33	+ 67.13
Cassa al 31 dicembre	..	..	171.99	. .
L.	2004.20	1876 —	367.32	. .

PASSIVITÀ.	Preventivo	Consuntivo versato	Consuntivo da versare	Differenza
Contributo Sede centrale. L.	760 —	750 —	..	— 10 —
Abbonamento a giornali. .	262 —	260.50	..	— 1.50
Acquisto libri	100 —	2.70	..	— 97.30
Pigione locale e servizio. .	310 —	310 —	..	. .
Luce elettrica	35 —	28.74	..	— 6.26
Debito verso esercizio 1903 per pigione e servizio dei primi 4 mesi	103 33	103.33	..	. .
Cancelleria, posta e stampa e rilegature	150 —	155.09	..	+ 5.09
Spese esazione.	30 —	30 —	..	. .
Spese per conferenze e diverse	100 —	63.65	..	— 36 35
Rimanenza attiva esercizio	153.87	..	367.32	+ 213.45
L.	2004.20	1704.01	..	+ 67.13
Cassa al 31 dicembre	..	171.99	..	. .
L.	2004.20	1876 —	367.32	. .

STATO PATRIMONIALE.

		Deduzione	Residuo
Valore mobilio e impianto elettrico . . . . L.	141.68	21.25	120.43
„ giornali arretrati	293 05	74 —	219.05
„ „ anno corrente.	260.50	130.25	130.25
„ diapositive per conferenze	41 —	21 —	20 —
L.	736.23	346.50	489.73
Rimanenza attiva esercizio. . . L.			267.32
Patrimonio netto. . . L.			857.05

Firenze, 31 dicembre 1904.

Il Segretario: A. PICCHI — *Il Presidente:* L. PASQUALINI — *Il Cassiere:* A. RAMPOLDI

Digitized by Google

ATTIVITÀ.		PASSIVITÀ.	
Residuo esercizio precedente . . . . . L.	367.32	Contributo Sede centrale soci individuali . . . L.	650 —
Contributo 55 soci residenti	1320 —	„ „ „ collettivi	100 —
„ 10 „ non residenti.	200 —	Abbonamento a giornali.	260 —
„ 5 „ collettivi	200 —	Acquisto libri.	10 —
Credito verso esercizio 1906 per pigione anticipata.	103.33	Pigione locale e servizio.	310 —
Introiti diversi	5 —	Luce elettrica.	30 —
		Debito verso esercizio 1904 per pigione anticipata .	103 33
		Cancelleria posta e stampa.	150 —
		Spese esazione	30 —
		Spese per conferenze e diverse	52.32
		Spese eventuali per l'Assemblea generale dell'A. E. I. .	500 —
L.	2195.65	L.	2195.65

Il Segretario
G. CASTELFRANCO

Il Presidente
L. PASQUALINI

Il Cassiere
A. PICCHI

Digitized by Google

SEZIONE DI GENOVA.

Adunanza del 26 gennaio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazione del socio prof. C. Garibaldi sopra la « Influenza delle onde hertziane sulla magnetizzazione dell'acciaio ».
2. Comunicazioni della Presidenza.
3. Nomina dei delegati della Sezione al Consiglio generale.
4. Nomina dei revisori dei conti.
5. Bilancio preventivo 1905.

Presiede il prof. **Rumi,** presenti una ventina di soci ed alcuni invitati.

Il prof. **Garibaldi** svolge la sua comunicazione, illustrandola con alcune esperienze. Si apre sull'argomento una breve discussione alla quale prendono parte alcuni degl'intervenuti.

Il **Presidente** comunica i nomi dei soci dimissionari, morosi e passati ad altre Sezioni, ed annuncia l'ammissione dei nuovi soci signori A. Vigo, ing. Ravà, ing. Squassi, ing. Gismondi, ing. Erbsloch, ing. Locarni, ing. gnere Annovazzi.

Informa circa le nuove disposizioni approvate dall'Assemblea Generale ultima circa i soci morosi.

Comunica che, invitato dal presidente della Sede centrale, il Consiglio ha nominato i soci ing. Buffa e il prof. Garibaldi a far parte della Commissione per lo studio delle questioni attinenti alle unità di misura elettriche.

Sull'argomento il socio **Buffa** riferisce intorno alla discussione avvenuta in seno a detta Commissione nella sua prima seduta e riguardante specialmente la bollatura dei contatori. Fa rilevare che questa bollatura, quando fosse stabilita per legge, non potrà che apportare nuovi oneri ai consumatori e difficoltà non poche quando si presenti la necessità della rimozione, verifica o sostituzione di un contatore.

Il socio **Questa** è di opinione che i contatori elettrici, come tutti gli altri strumenti di misura, conviene siano sotto la tutela delle leggi a garanzia del pubblico, e raccomanda che i rappresentanti della Sezione in seno alla Commissione vedano di conciliare il beneficio della bollatura col minor disagio possibile per l'industria.

Digitized by Google

Si procede quindi alla nomina di due delegati presso il Consiglio generale. Risultano eletti all'unanimità i soci ing. Mario Buffa e ing. Giovanni Anfossi.

Pure ad unanimità riescono confermati a revisori dei conti per l'anno corrente i soci ing. Bonanni, Capellini e Moltini.

Infine si approva il bilancio preventivo 1905.

Il Segretario.
Ing. G. Anfossi.

SEZIONE DI NAPOLI.

Adunanza del 19 febbraio 1905.

Ordine del giorno:

1. Proclamazione di nuovi soci e di soci morosi.
2. Discussione dei bilanci e relazione dei revisori di conti.
3. Modifiche del regolamento.
4. Discussioni e proposte relative alla quistione delle unità e misure elettriche.
5. Comunicazioni della Presidenza.

1. Viene proclamata l'ammissione dei nuovi soci:

Prof. Cannizzo Francesco e ing. cav. Martini Giambattista ed il passaggio alla sezione di Napoli dei soci dott. Oscar Scarpa e ing. Giuseppe Cristoforis.

Vengono dichiarati morosi i soci dott. Gabriele Arienzo e ing. Guido Tanturri.

Vengono comunicate le dimissioni del prof. Pinto Luigi; ma l'assemblea incarica il Presidente di insistere perchè esse vengano ritirate.

2. Vengono discussi ed approvati i bilanci consuntivo 1904 e preventivo 1905, dopo che sul primo venne comunicata la relazione favorevole dei revisori dei conti.

3. Vengono presentate dal **Presidente** a nome del Consiglio direttivo le proposte di alcune varianti al regolamento interno della Sezione, e approvate a unanimità deliberando la ristampa del regolamento modificato.

4. Il **Presidente** richiama brevemente i precedenti della questione relativa alle unità e misure elettriche accennando alla nomina avvenuta di una Commissione governativa e di una Commissione della A. E. I., la quale

Digitized by Google

dovrà fare in proposito una indagine preliminare, e presentare alla Commissione governativa proposte concrete.

Aperta la discussione il prof. **Montù** dà chiarimenti sul lavoro già iniziato dalla Commissione della A. E. I. e sulle proposte preliminari formulate dai colleghi rappresentanti la Sezione napoletana.

Partecipano alla discussione, dichiarandosi per diverse ragioni contrari in linea di massima alla eventuale proposta di bollatura governativa dei misuratori elettrici, i soci ingegneri Fano, Cristoforis, Ruffolo, Foà ed altri.

Chiusa la discussione viene votato alla quasi unanimità il seguente ordine del giorno:

" La Sezione di Napoli della A. E. I. ritenendo che allo stato attuale della tecnica la bollatura dei contatori elettrici non possa costituire garanzia per l'esattezza delle misure, e riconoscendo che essa potrebbe creare serie difficoltà nelle inevitabili operazioni di controllo, fa voto perchè essa non venga imposta a semplice scopo fiscale. „

Il presidente prof. **Lombardi** dichiara di essersi astenuto dalla discussione e votazione per debito riguardo verso i colleghi della Commissione governativa, che non ha ancora iniziato i suoi lavori.

5. Il **Presidente** comunica l'inventario dei mobili e libri di proprietà della Sezione, l'importo dei quali verrà aggiunto nel bilancio all'attivo della Sezione.

Il segretario
Ing. L. De Biase.

Bilancio consuntivo 1904.

ATTIVO.		PASSIVO.		
Residuo esercizio precedente	L. 586.91	Contributo Sede centrale		L. 1255 —
Contributo soci residenti	2300 —	Abbonamento ai giornali		144.50
» » non residenti	162 —	All'aggiunto di segreteria		240 —
» » collettivi	482 —	Allo stesso per diritti di esazione		120 —
» » studenti	116 —	Spese di stampa		293.65
Tasse di ammissione	80 —	» di posta		199 85
Interessi su libretto 16247	10.34	Mance e gratificazioni		101 —
	L. 3687.25	Acquisto libri e spese sala lettura		70 —
Attività patrimoniali.		Imprevisti:		
Mobili ed oggetti cancelleria	L. 225 —	Spese cancelleria	172 —	
Collezioni di giornali e libri	1549 —	Rilegatura libri	52.60	
	L. 1774 —	Diapositive	184 —	
		Varie	18.45	
				427.05
		Residuo attivo pel 1905		836.20
				L. 3687.25

Digitized by Google

Bilancio preventivo 1905.

ATTIVO.		PASSIVO.	
Residuo esercizio precedente L.	836.20	Contributo Sede centrale . . L.	1300 —
Contributo soci residenti n. 98.	2352 —	Abbonamento giornali	104.50
» » non residenti 14.	252 —	All'aggiunto di segreteria . .	240 —
» » collettivi 9 . .	432 —	Allo stesso per diritti esazione.	120 —
» » studenti 10 . .	120 —	Spese di stampa	300 —
» nuovi soci probabili.	100 —	» di posta	250 —
		Mance e gratificazioni	120 —
		Spese per conferenze	250 —
		Impreviste	250 —
		Residuo attivo pel 1906 . . .	1157.70
L.	4092.20	L.	4092.20

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 27 gennaio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni del socio ing. G. Gola su «Alcune interessanti analogie tra i fenomeni idraulici ed elettrici. Applicazione alla protezione degl'impianti elettrici».
2. Relazione della Commissione del bilancio 1904.
3. Conto consuntivo 1904.
4. Bilancio preventivo 1905.
5. Nomina della Commissione del bilancio 1905.

Presiede il presidente ing. **Vincenzo Soldati.**

Il **Presidente** comunica che, in esecuzione del voto della precedente Assemblea, la Presidenza ha chiamato a fare parte della Commissione per lo studio delle norme generali dei contratti di compra-vendita delle macchine, i signori avv. Baer, ing. De Benedetti, prof. Ferraris, ing. Fornaca, ing. Imoda, ing. Pinna, ing. Thovez. Dà quindi la parola all'ing. Gola.

Gola fa la comunicazione all'ordine del giorno, accolto alla fine da vivi applausi.

Il **Presidente** ringrazia l'oratore.

Digitized by Google

Chiesa legge la relazione della Commissione del bilancio, proponente l'approvazione dei conti presentati.

Segre dà spiegazioni sul conto consuntivo 1904.

L'assemblea approva all'unanimità il consuntivo 1904.

Segre presenta il bilancio preventivo 1905.

Chiesa vorrebbe fosse aumentato il concorso della Sezione per la scuola Popolare d'Elettrotecnica.

Segre spiega come la somma stanziata corrisponda all'ammontare di un'azione annua, sottoscritta perchè la Sezione vi fosse rappresentata, avendo preso parte notevole alla sua fondazione. La scuola, che diede ottimi risultati, è largamente sovvenzionata dal Municipio, da Enti e da Industriali, e qualsiasi stanziamento nel limite della possibilità della Sezione sarebbe di nessuna efficacia materiale.

Ferraris dimostra come il concorso della Sezione abbia soltanto un valore morale e ritiene inutile l'aumento.

Chiesa ritira la sua proposta.

L'assemblea approva il bilancio preventiro 1905, quale fu presentato dal Consiglio Direttivo.

Pinna propone che vengano riconfermati i membri della Commissione del Bilancio uscenti di carica.

L'assemblea approva all'unanimità.

L'adunanza viene levata alle ore 22.45.

Il Segretario
Ing. Enrico Segre.

Digitized by Google

Sezione di Torino.

Bilancio consuntivo 1904.	ATTIVO		PASSIVO	
	Preventivo	Consuntivo	Preventivo	Consuntivo
Quote soci ordinari . . .	3900 —	3930 —	. .	. .
„ „ non residenti .	700 —	780 —	. .	. .
„ „ collettivi . . .	1000 —	1040 —	. .	. .
Rimborsi quote cont. Sede C.	. .	20 —	. .	. .
Interessi	. .	118.20	. .	. .
Alla Sede centrale	. .	. .	2070 —	2160 —
„ Federazione	. .	. .	2000 —	2079.25
Abbonam. periodici . . .	. .	. .	300 —	307.25
Acquisto libri	. .	. .	220 —	242.25
Spese segreteria e varie . .	. .	. .	500 —	402.40
„ cancelleria, stamp. c.	. .	. .	200 —	170.25
„ impianto e manut. .	. .	. .	200 —	195.90
Passività 1903 a liquidarsi.	. .	. .	30 —	11.50
Impreviste e causali . . .	. .	. .	80 —	19 —
„ per studio imp. idro-elett. municipale . .	. .	. .	. .	131 —
Quota scuola pop. elett. . .	. .	. .	. .	10 —
Saldo cassa	. .	. .	. .	154 40
L.	5600 —	5883.20	5600 —	5883.20

Sezione di Torino.

Bilancio preventivo 1905.	ATTIVO	PASSIVO
Quote soci ordinari	3840 —	. .
„ „ non residenti	760 —	. .
„ „ collettivi	1080 —	. .
Alla Sede centrale	. .	2150 —
„ Federazione	. .	2100 —
Abbonam. a periodici	. .	320 —
Acquisto libri	. .	200 —
Spese segreteria e varie.	. .	500 —
„ concelleria stamp. e conf. . .	. .	100 —
„ impianto e manutenzione . .	. .	200 —
Quota scuola pop. di elett.	. .	10 —
Impreviste e causali	. .	100 —
L.	5680 —	5680 —

STATO PATRIMONIALE.

	Al 31 dicembre 1905	Al 31 dicembre 1904
Cassa in contanti e su libretto banca C. I. .	2757.11	2911.51
Mobilio ed oggetti diversi (valore d'estimo) .	2100 —	2200 —
Macchina a scrivere-mimeog. ed acc.	307.50	367.50
Libri e periodici (valore d'acquisto).	750 —	1281 —
„ donati (valore d'estimo)	100 —	100 —
L.	6074.61	6860.01

Il Cassiere: Ing. A. LUINO *Il Presidente:* Ing. VINC. SOLDATI *Il Segretario:* Ing. E. SEGRE

I Revisori: Ing. T. CHIESA — Ing. A. ARTOM — Ing. A. VINCA.

Digitized by Google

Correzioni al volume VIII, fasc. V

Pagina	Linea	ERRATA	CORRIGE
471	24	induzione mutano	induzione mutua
478	4	$\frac{\delta w}{w} = \text{tang}\,\varphi \,.\, \delta\varphi$	$\frac{\delta w}{w} = -\,\text{tang}\,\varphi \,.\, \delta\varphi$
478	nota	$-\,\text{sen}\left(\frac{2\pi}{3}+\varphi\right) - \text{sen}\left(\frac{2\pi}{3}-\varphi\right)$	$-\,\text{sen}\left(\frac{2\pi}{3}+\varphi\right) + \text{sen}\left(\frac{2\pi}{3}-\varphi\right)$
480	9	I_1 e I_2 rispettivamente, le...	I_1 e I_2, e rispettivamente con w_1 e w_2 le...
480	14	$\frac{w}{w_1} = -(1-\alpha)$	$\frac{w_2}{w_1} = -(1-\alpha)$
480	15	w_1,	αw_1,
480	23	$\frac{I}{I_1} \leq \frac{n}{n}$	$\frac{I_2}{I_1} \leq \frac{n_1}{n_2}$
490	1	all'espressione di i_2	all'espressione di I_2
490	20	$B = ... + \omega^2 (R_1 L_2 - R_2 L_1) L_2 R_1$	$B = ... + \omega^2 (R_1 L_2 + R_2 L_1) L_2 R_1$
493	23	primo elevato	primario elevato
497	15	Le variazioni di temperatura	Le variazioni colla temperatura
502	16	i_2 dedotte	che definiscano i_2 dedotte
504	ultima	2096 ohm per 50 periodi e di 2099 6 per	2099.6 ohm per 50 periodi e di 2096 per
506	3	$\sqrt{\frac{\Sigma K' \eta'^2 \quad \Sigma K'' \eta''^2}{\Sigma \eta'^2 \quad \Sigma \eta''^2}}$	$\sqrt{\frac{\Sigma K'^2 \eta'^2}{\Sigma \eta'^2} \frac{\Sigma K''^2 \eta''^2}{\Sigma \eta''^2}}$
506	6	$\frac{W_2}{W_1} = \sqrt{K' K''}$ dove la $\sqrt{K' K''}$	$\frac{W_2}{W_1} = \sqrt{K'^2 K''^2}$ dove K' K''

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTIZIE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

E

Verbali delle Sedute delle Sezioni

SEDE CENTRALE.

PROGRAMMA DI CONCORSI A PREMIO

indetti dall'Associazione degli Industriali d'Italia per prevenire gli infortuni del lavoro

(con Sede in MILANO, Foro Bonaparte, 61)

NELL'OCCASIONE DELL'ESPOSIZIONE DI MILANO DEL 1906

I. CONCORSI INTERNAZIONALI.

A) **Medaglia d'oro e L. 8000,** per un nuovo sistema inteso ad evitare i pericoli provenienti da un contatto del circuito secondario col circuito primario di un trasformatore elettrico. Tale sistema non deve presentare l'inconveniente di disturbare il funzionamento del trasformatore stesso in caso di scariche atmosferiche o di sopraelevazioni di tensione.

B) **Medaglia d'oro e L. 1000,** per un buon tipo di gru da sollevamento pesi o di argano a movimento a mano avente una disposizione nuova, semplice e pratica la quale renda impossibile la rotazione delle manovelle quando il carico discende.

C) **Medaglia d'oro e L. 500,** per un apparecchio di sicurezza, semplice, robusto e di funzionamento sicuro, atto ad arrestare i vagoncini che percorrono un piano inclinato, quando avvenga la rottura della fune di trazione.

L'apparecchio dovrà essere applicabile anche ad impianti esistenti.

D) **Medaglia d'oro,** per un sistema di aspirazione e di raccolta delle polveri che si generano nella cernita e nel taglio a mano dei cenci, il quale raggiunga lo scopo senza dar luogo a correnti che abbiano a disturbare o riescire altrimenti dannose alla salute degli operai.

Digitized by Google

E) **Medaglia d'oro,** per una disposizione di aspirazione e di susseguente eliminazione delle polveri che si generano nella cardatura della stoppa di lino e di canapa, della juta, ecc., tale che abbia a rendere sano l'ambiente del lavoro senza riescir dannosa al vicinato.

F) **Medaglia d'oro,** per disposizioni atte ad impedire la diffusione delle polveri negli ambienti destinati alla lavorazione delle calci e dei cementi.

II. CONCORSI NAZIONALI (riservati agli operai).

G) **Medaglia d'argento e L. 300,** per protezione di sega circolare la quale permetta di eseguire con sicurezza, senza necessità di apportarvi alcun cambiamento, il taglio in lungo e in traverso, tanto di tavole, quanto di travi.

H) **Medaglia d'argento e L. 300,** per disposizioni atte a proteggere le dita degli operai che lavorano alle seghe circolari pel taglio delle noci di corozos.

I) **Medaglia d'argento e L. 300,** per disposizioni atte a proteggere le dita degli operai che lavorano alle presse per tranciare, imbutire e stampare.

K) **Medaglia d'argento e L. 300,** per un apparecchio semplice, pratico e poco costoso mediante il quale si possa fare con sicurezza il carico e lo scarico delle botti.

Condizioni generali alle quali i concorrenti devono soddisfare.

Art. 1. Le domande d'ammissione a concorrere dovranno essere dirette alla Presidenza dell'Associazione degl'Industriali d'Italia per prevenire gli Infortuni del Lavoro, Foro Bonaparte, n. 61, Milano, non più tardi del 31 luglio 1905.

Art. 2. Gli apparecchi inscritti per concorrere ad uno qualunque dei premi indicati alle lettere *A*, *B*, *C*, *G*, *H*, *I* e *K* dell'unito programma, costrutti in dimensioni rispondenti al loro pratico impiego e in condizione da poter esser assoggettati ad esperimento, dovranno essere esposti nel recinto dell'Esposizione di Milano del 1906 a cura e spese del concorrente entro i termini di tempo che il Comitato dell'Esposizione avrà stabilito.

Art. 3. Godranno dello spazio gratuito quei concorrenti che intenderanno esporre direttamente i loro lavori nel riparto dell'Associazione; ma, in questo caso, il concorrente dovrà, nella domanda d'ammissione a concorso, presentata nel termine sopra indicato, dare indicazione precisa intorno allo spazio che gli abbisogna.

L'ammissione delle domande è riservata alla Presidenza dell'Associazione.

Digitized by Google

Art. 4. I concorrenti che preferiscono esporre i loro apparecchi in altro riparto dell'Esposizione dovranno permettere l'applicazione di un cartello nel quale sia indicato che questi formano parte del concorso indetto dall'Associazione, e dovranno inoltre fornire all'Associazione, non più tardi del 1° gennaio 1906, un disegno particolareggiato ed accuratamente eseguito di ciascun apparecchio da esporre nel riparto ove essa ha la propria Mostra.

Art. 5. I concorrenti ai titoli *D, E, F* del programma, oltre avere il proprio impianto funzionante in uno stabilimento nazionale, dovranno presentare all'Associazione per la esposizione nel suo riparto un disegno particolareggiato od un piccolo modello dell'impianto stesso corredato da relativo rapporto descrittivo.

Art. 6. Gli apparecchi presentati al concorso restano proprietà dei concorrenti; ma l'Associazione potrà conservare i relativi disegni, modelli e descrizioni.

I sistemi che questi apparecchi realizzano restano di esclusiva proprietà dei rispettivi inventori, i quali dovranno prendere, in tempo utile, le necessarie misure per garantirsi questa proprietà.

Art. 7. L'Associazione si riserva il diritto di pubblicare ad Esposizione chiusa, come meglio le converrà, la descrizione e i disegni degli apparecchi e disposizioni presentate al concorso.

Art. 8. Una Commissione speciale, nominata dal Consiglio direttivo dell'Associazione, procederà all'esame degli apparecchi e sistemi presentati ad ogni singolo concorso.

Quelli sui quali verrà pronunciato un favorevole giudizio di massima si sottoporranno a prova, ed in seguito a questa si farà per ciascun concorso una classificazione in ragione di merito.

In base al rapporto di questa Commissione, il Consiglio direttivo dell'Associazione deciderà inappellabilmente sul conferimento dei premi.

NB. Per maggiori informazioni rivolgersi al direttore dell'Associazione, Foro Bonaparte, 61, Milano.

PROGRAMMA DI CONCORSO A PREMIO

DELL'ASSOCIAZIONE CHIMICA INDUSTRIALE DI TORINO

(Galleria Nazionale, Scala A).

L'Associazione Chimica Industriale di Torino, convocata in Assemblea generale ordinaria il 30 marzo scorso, ha deliberato di aprire un **Concorso ad un premio di lire mille,** il cui esito sarà proclamato in occasione del

*

Digitized by Google

Congresso Internazionale di Chimica Applicata, che si terrà in Roma nell'aprile 1906, e da assegnarsi a chi:

trovi modo di fabbricare un nuovo prodotto chimico di carattere industriale, o di utilizzare in modo pratico e industrialmente vantaggioso sottoprodotti dell'industria chimica o prodotti naturali;

oppure presenti un nuovo processo o perfezionamento di pratica applicazione nella preparazione di prodotti chimici;

oppure dimostri la possibilità pratica di impiantare in Italia la fabbricazione di qualche prodotto finora importato dall'Estero.

Le condizioni del concorso sono le seguenti:

1. Potranno concorrere al premio i chimici, tecnici ed industriali di nazionalità italiana, fatta eccezione per i componenti del Consiglio direttivo dell'Associazione Chimica Industriale: è ammessa la collaborazione.

2. Il premio fissato in lire mille ed indivisibile, sarà aggiudicato da una Commissione di almeno cinque membri, scelti tra professori ed industriali italiani e da nominarsi dal Consiglio direttivo dell'Associazione Chimica Industriale di Torino.

3. Le memorie, disegni, modelli e campioni dovranno pervenire franco di spesa e con la indicazione: *Concorso Associazione Chimica Industriale,* non oltre il 31 gennaio 1906, al Presidente dell'Associazione stessa (Galleria Nazionale, scala *A*, Torino), contraddistinguendoli unicamente con un motto, il quale sarà ripetuto in una busta suggellata, sempre diretta allo stesso Presidente, contenente il nome e il domicilio del concorrente.

4. I concorrenti dovranno fornire alla Commissione giudicatrice, nelle memorie presentate, tutti quei dati od informazioni che potranno facilitare il suo compito.

5. Nel caso in cui il concorrente avesse già pubblicato, od altrimenti reso sufficientemente noto ciò che forma oggetto per il concorso al premio, o se già precedentemente ricompensato, sarà escluso dal concorso.

6. Il risultato del concorso e la memoria del concorrente premiato saranno pubblicati nel giornale *La Rassegna Mineraria e dell'Industria Chimica,* organo ufficiale dell'Associazione Chimica Industriale.

7. La presentazione delle memorie al concorso e la loro pubblicazione non menomerà per nulla i diritti spettanti agli inventori nei riguardi alla proprietà industriale.

8. L'Associazione Chimica Industriale prenderà nella dovuta considerazione anche quelle memorie che pur non potendo essere premiate, interessano l'Industria Chimica.

Torino, aprile 1905.

Il Consiglio Direttivo.

Digitized by Google

SEZIONE DI ROMA.

Adunanza del 27 febbraio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza; relazione sul lavoro della Sezione nell'anno 1904.
2. Discussione dei bilanci.
3. (Prof. Ascoli). Osservazioni sul detector magnetico.
4. Resoconto di notizie:
   Dinamo unipolari moderne — Galvanometri di grande sensibilità — Comparazione dei tipi di caldaie a tubi d'acqua — Investigazione sulla distribuzione del flusso nelle dinamo — Misura delle forze magnetomotrici.
5. Elezione delle cariche sociali.

Presiede il presidente **Giorgi.**

Il **Presidente** fa la relazione dei lavori e dell'attività della Sezione durante l'anno 1904.

Lattes (Cassiere) presenta il bilancio e ne riassume le cifre.

Aperta la discussione sul bilancio, il socio **Gentili** nota che è molto piccola la somma destinata all'acquisto dei libri per la Biblioteca.

Ascoli esprime anch'egli questo parere, e desidererebbe che la cifra stanziata in bilancio fosse portata da L. 600 a L. 1600.

Il **Presidente** è d'accordo su questa questione, ma fa notare come non tutti i libri acquistati nel 1904 furono pagati.

Lattes dichiara che tutte le fatture presentate al 31 dicembre 1904 furono saldate.

Colombo trova troppo esiguo il compenso destinato per il personale.

Il **Cassiere** spiega che detto personale è già pagato da altri enti e che esso viene compensato soltanto per i lavori straordinari.

Ripresa la discussione sulla cifra destinata alla Biblioteca, dopo replica e controreplica del socio **Ascoli** e del cassiere **Lattes,** l'assemblea approva all'unanimità lo stanziamento per questo scopo della cifra di L. 1200.

Il bilancio consuntivo del 1904 è approvato all'unanimità.

Il **Presidente** dà la parola al prof. **Ascoli** che parla sul " Detector „ magnetico.

Il **Presidente** dà notizie sulle caldaie a tubi d'acqua — sulle dinamo unipolari — sulla distribuzione del flusso nelle dinamo — sulle misure delle forze magnetomotrici.

Si dovrebbe poi procedere alla nomina del nuovo Presidente, del Cassiere e di due Consiglieri in sostituzione di quelli scadenti.

Si nota che essendo i presenti in numero di 15, la votazione non sarebbe valida. Si delibera d'indire la votazione per schede a domicilio.

Digitized by Google

A titolo di designazione si procede fra i presenti ad una votazione che dà i seguenti risultati:

Votanti 15.

Presidente: Giorgi con voti 13
Marconi con voti 1
Cassiere: Gentili con voti 7
Lattes con voti 7
Consiglieri: Mengarini con voti 14
Del Buono con voti 11
Colombo con voti 2
Giorgi con voti 1
Palazzolo con voti 1
Allievi con voti 1.

Adunanza del 20 marzo 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. (Ing. G. Revessi). La lampada ad osmio come campione.
3. Resoconto di notizie:
   Ricerche sulle leghe ferromagnetiche — Esperienze di telegrafia senza fili — Sulla radioattività dei metalli usuali — Raddrizzatori elettrolitici per impianti telefonici — L'illuminazione delle scuole — La ferrovia manofase Mirneapolis Cincinnati.
4. Spoglio delle schede per l'elezione delle cariche sociali.

Presiede il vicepresidente **Majorana.**

È letto ed approvato il verbale della seduta del 9 gennaio u. s.

Il socio **Lattes** domanda la parola per pregare il prof. Majorana di voler portare a conoscenza dell'assemblea qualche particolare relativo agli esperimenti eseguiti col microfono da lui inventato.

Il prof. **Majorana** descrive il suo microfono a liquidi e dà notizia di esperimenti fatti fra Roma e Parigi, Roma e Londra, Roma e Berlino.

L'assemblea ringrazia ed applaude.

Il socio ing. **Revessi** svolge la sua comunicazione.

Si procede quindi allo spoglio delle schede per l'elezione delle cariche sociali, che danno il seguente risultato:

Votanti 81.

Presidente: Giorgi con voti 57
Cassiere: Lattes con voti 54
Consiglieri: Del Buono con voti 77
Mengarini con voti 48.

Digitized by Google

Adunanza del 12 aprile 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Proposte della Presidenza (1).
2. (Ing. Revessi). La lampada ad osmio secondo le moderne teorie dell'irradiamento.
3. Resoconto di notizie:

   Sulla prova magnetica del ferro e dell'acciaio — Sulle distanze esplosive — Trattamento dell'acciaio cromo-vanadato — Progressi della tecnica dell'illuminazione — Recenti ricerche sulla teoria degli elettroni.

Presiede il presidente **Giorgi.**

Il **Presidente** comunica l'ammissione a socio studente del sig. Giorgio Vita, e propone che l'Associazione esprima il suo parere sulla legge relativa all'esercizio della professione d'ingegnere. Non crede opportuno però discutere in seduta il questionario del Comitato, a causa della sua complessità. Propone che sia nominata all'uopo una competente commissione.

Ascoli riferisce di aver preso visione del questionario in parola ed è anch'egli del parere del Presidente. Desidera che anche le altre Sezioni siano interpellate, affinchè tutta l'Associazione dia il suo parere. Ha ricevuto dalla Sezione di Genova la proposta, presentata dall'ing. Buffa, di alcune modificazioni al progetto di legge De Seta, riguardanti gl'ingegneri elettricisti. Questa proposta che riguarda più direttamente l'Associazione, potrebbe essere tenuta in considerazione dalla Sezione.

Prega il Presidente di dar lettura della lettera pervenuta alla Sede Centrale, dopo il voto della Sezione di Genova.

Il **Presidente** legge questa lettera e il voto della Sezione di Genova, e dichiara che aveva già pensato agli inconvenienti lamentati dal Buffa e propone che siano sottoposti alla Commissione che sarà a tal uopo nominata.

L'assemblea approva la proposta della nomina di una commissione.

Revessi legge la sua comunicazione, di cui all'art. 2 dell'ordine del giorno.

Il **Presidente** porta a conoscenza dell'Assemblea alcune sue ricerche relative alla propagazione nelle linee telegrafiche e telefoniche, e quindi fa il resoconto di notizie.

(1) *N. B.* Le proposte della Presidenza si riferiscono alla parte che potrà prendere la nostra Associazione nella discussione che sarà fatta al prossimo Congresso degli Ingegneri in Cagliari sulle riforme da introdurre nell'insegnamento dell'Ingegneria in Italia.

Digitized by Google

Sezione di Roma. — Bilancio consuntivo 1904. — Sezione di Roma.

ATTIVO.	Consuntivo 1904	Preventivo 1904	Differenza
Quote sociali:			
1 Socio collettivo a L. 80 - L. 80			
15 „ „ „ 40 - „ 600			
152 „ individuali „ 20 - „ 3040	3745.00	3700.00	+ 45.00
2 „ „ „ 10 - „ 20			
1 „ „ acconto „ 5			
Quote arretrate 1903.	30.00	140 00	—110.00
Interessi 1903 Libretto postale. . .	25.33	20.00	+ 5 33
Contributo della Sede centrale per uso dei locali	200 00	200.00	. .
Proventi straordinari	91.00	. .	+ 91.00
ENTRATA EFFETTIVA L.	4091 33	. .	. .
Avanzo dell'esercizio precedente „	630.57	630.57	. .
L.	4721.90	4690.57	+ 31.33

PASSIVO.	Consuntivo 1904	Preventivo 1904	Differenza
Contributo alla Sede centrale . . .	1845.00	1850.00	— 5.00
Sede della Sezione	600.00	600.00	. .
Biblioteca:			
Acquisti e abbonamenti. L. 330.70	370:70	600.00	— 229.30
Incaricato . . . . . „ 40 —			
Amministrazione:			
Comunicazioni ai soci . L. 119 97			
Posta e marche da bollo „ 34.87	303.84	300.00	+ 3 84
Cancelleria . . . . . „ 25 —			
Compensi al personale . „ 124 —			
Mobilio.	40.00	100.00	— 60 00
Sbilancio Conferenze (Spese L. 174.87. Introiti L. 100)	74.87	. .	+ 74.87
SPESA EFFETTIVA L.	3234 41	. .	. .
Fondo a disposizione.	. .	1240.57	+ 246.92
In Cassa alla chiusura dell'Eserc.	1487.49	. .	
L.	4721.90	4690.57	+ 31.33

Roma, 27 febbraio 1905.

Il Cassiere: O. LATTES

Digitized by Google

	Preventivo 1905	Consuntivo 1904	Differenza
Quote sociali:			
15 Soci collettivi a L. 40 - L. 600 155 „ individuali „ 20 - „ 3100	3700.00	3745.00	— 45.00
Quote arretrate 1904 (7 indiv. meno acconto L. 5)	135.00	30 00	+105 00
Interessi 1904 Libretti postali	25 00	25 33	— 0.33
Contributo della Sede centrale per uso dei locali	200 00	200 00	. .
Proventi straordinari	. .	91.00	— 91 00
Avanzo dell'esercizio precedente	1487.49	630.57	+856 92
L.	5547.19	4721.90	+825.59

	Preventivo 1905	Consuntivo 1904	Differenza
Contributo alla Sede centrale:			
15 Soci collettivi a L. 20 - L. 300 155 „ individuali „ 10 - „ 1550	1850.00	1845.00	+ 5.00
Debito verso la Sede centrale per quote arretrate 1904	70.00	. .	+ 70.00
Sede della Sezione	600.00	600 00	. .
Spese di amministrazione	300 00	303 84	— 3 84
Biblioteca	600 00	370 70	+229 30
Mobilio e diverse	100 00	114.87	— 14 87
A disposiz. per l'incremento della Sez.	2027 49	1487.49	+ 540.00
L.	5547 49	4721.90	+ 825.59

Stato Patrimoniale all'apertura dell'Esercizio 1905.

Biblioteca:		
Libri acquistati (prezzo d'inventario comprese le rilegature)	L.	2509 50
Libri ricevuti in dono (a calcolo)	„	500 00
Mobilio e materiali vari	„	800.00
Contanti in Cassa	„	1487.49
TOTALE	L.	5296.99

Roma, 27 febbraio 1905.

Il Cassiere: O. LATTES

Digitized by Google

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 10 febbraio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Conferenza del socio ing. ELVIO SOLERI sul motore monofase negli Stati Uniti.

Presiede il presidente **Vincenzo Soldati.**

Il **Presidente** presenta il conferenziere, il quale fu per quasi un anno negli Stati Uniti durante l'Esposizione di Saint-Louis, alla quale egli era in missione del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, ed ove rappresentò la nostra Associazione, che vi ottenne il *Grand Prix*, massima onorificenza.

Soleri tiene la conferenza all'ordine del giorno, illustrandola con numerose proiezioni.

È vivamente applaudito

La seduta viene levata alle ore 23.

Il Segretario
Ing. ENRICO SEGRE.

Digitized by Google

AGGIUNTA ALL'ELENCO DEI SOCI

Soci ammessi dal 16 al 30 aprile 1905

SEZIONE DI MILANO.

SOCI INDIVIDUALI.

Norsa ing. Renzo, via Boccaccio, 5, Milano.

SEZIONE DI PALERMO.

SOCI COLLETTIVI.

Società A. E. G. Thomson-Houston, via Argentieri, 34, Messina.

SEZIONE DI ROMA.

SOCI STUDENTI.

Vita Giorgio, via Principe Amedeo, 30, Roma.

SEZIONE DI TORINO.

SOCI INDIVIDUALI.

Tofani ing. Giovanni, St.-Marcel (Aosta).
Valentini ing. Cosmo, rue St.-Esprit, 50, Liegi.

Soci esistenti al 15 aprile 1905			N. 1121
Soci ammessi dal 16 al 30 aprile 1905	individuali	„	3
	collettivi	„	1
	studenti	„	1
TOTALE al 30 aprile 1905			N. 1126

Prof. Moisè Ascoli, *Redattore-responsabile*

Roma - Tip. dell'Unione Cooperativa Editrice - Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTIZIE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

E

Verbali delle Sedute delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA.

Adunanza del 5 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Discussione sull'ordine del giorno della Sezione di Genova in merito alla proposta di legge dell'On. De Seta, sull'esercizio della professione d'ingegnere.

La Sezione di Bologna dell'A. E. I., presa conoscenza dell'ordine del giorno votato dai soci della Sezione dell'A. E. I. di Genova, in relazione al progetto di legge presentato dall'on. De Seta,

Considerato:

a) che i diplomi di laurea rilasciati dalle R. Scuole di Applicazione del Regno e dagli altri Istituti Superiori equipollenti abilitano all'esercizio della professione d'ingegnere in tutti i rami della tecnica e non singolarmente ad uno solo di essi, come ad esempio l'idraulica, l'elettrotecnica, le ferrovie, le miniere, la chimica, ecc.;

b) che all'infuori delle Università, vi sono all'estero scuole tecniche speciali per impartire l'istruzione necessaria all'ordinaria pratica professionale limitata ad un solo ramo dell'ingegneria, ed a tali scuole che pure rilasciano diplomi d'ingegnere si può accedere senza la coltura generale e quella teorica speciale che viene data solo nei corsi universitari;

c) che le nostre leggi non considerano, come è ovvio, i diplomi rilasciati da tali scuole speciali estere come titoli equipollenti alla laurea che viene conferita dalle nostre scuole di Applicazione degli Ingegneri, la quale, per gli studi che richiede, si può ritenere di grado uguale alla laurea dottorale; e che pure all'estero il più alto grado per l'esercizio professionale non si ottiene che con la dignità dottorale, conferita dalla laurea universitaria, mentre i diplomi delle varie scuole specialiste sono di grado inferiore a questa;

Digitized by Google

d) che l'iscrizione nell'albo degli ingegneri di coloro che non sono sono muniti di laurea costituirebbe un abuso che la legge De Seta tende appunto ad evitare;

e) che l'alto grado cui è pervenuta in Italia l'elettrotecnica non giustificherebbe nessun privilegio a favore delle scuole straniere;

f) che si ritene equa una disposizione transitoria che permetta la continuazione dell'esercizio professionale agli ingegneri esteri che esercitano in Italia da un certo numero di anni;

g) che per la stessa ragione di equità si debba permettere in Italia l'iscrizione nell'albo agli ingegneri di quegli Stati che concedono la reciprocità a favore degl'ingegneri italiani;

La Sezione di Bologna non ritiene, per tutte le ragioni sopracitate, di approvare puramente e semplicemente l'ordine del giorno della Sezione di Genova e approva il seguente ordine del giorno da trasmettere alla Sede Centrale:

" L'A. E. I., Sezione di Bologna, convenendo nella necessità di disci-
" plinare le norme per l'esercizio della professione d'Ingegnere, plaude alla
" iniziativa dell'on. De Seta, ed augura che il progetto di legge, che sta
" innanzi al Parlamento, venga sollecitamente approvato, raccomandando che
" il diritto di far parte dell'ordine degl'ingegneri sia esteso anche a coloro
" che forniti di laurea di istituti superiori stranieri, equipollente a quella
" rilasciata dalle nostre scuole di Applicazione, esercitano la professione di
" ingegnere in Italia da vari anni; ed agli ingegneri stranieri che conse-
" guirono la laurea in quegli Stati che offrono trattamento di recipro-
" canza. „

Il Segretario
Ing. G. Rizzoli.

SEZIONE DI FIRENZE.

Adunanza del 20 febbraio 1905.

Ordine del giorno:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Discussioni delle proposte relative ai lavori della Commissione Governativa per le unità elettriche e gli strumenti di misura.
3. Eventuali proposte e comunicazioni dei soci.

Presiede il vicepresidente ing. **G. Santarelli.**

Sono presenti i soci signori: Bazzi, Magrini, Molfino, Pontecorvo, Minuti, Pflaumer, Mondolfi, Verità, Tolomei, Sizia, Picchi Rosi, Roster, Spallicci.

Santarelli comunica due lettere della Sede centrale in data 1° dicembre 1904 e 25 gennaio 1905, spiega lo scopo dell'adunanza e l'importanza della questione che in essa deve trattarsi.

Digitized by Google

Magrini propone l'istituzione in ogni città di un gabinetto di taratura dei contatori. Ciò per evitare le continue lamentele degli utenti che richiedono verifiche difficili a eseguirsi. Il tasso della taratura dovrebbe essere pagato dalla parte che nella controversia risultasse avere il torto.

Santarelli domanda se quest'ufficio debba o no essere governativo.

Magrini risponde che potrebbe essere privato, e scelto magari dal l'A. E. I.

Bazzi dice che ogni Comune dovrebbe essere dotato di quest'ufficio di verificatore indipendente, che potrebbe essere, per esempio, aggregato all'ufficio metrico

Santarelli osserva che appunto tale è lo scopo degli studi della Commissione Reale. Ma gli uffici pesi e misure nei posti piccoli non ci sono.

Pontecorvo obietta che anche in piccoli Comuni ci sono verificatori fissi.

Picchi dice che si potrebbe fare qualcosa di analogo all'Associazione Utenti Caldaie a Vapore.

Sizia dice che i verificatori, dietro compenso, si recano anche sul posto. Ciò che interessa è che vi sia una persona alla quale potersi rivolgere con sicurezza per la verifica. Secondo lui l'Ufficio Tecnico di Finanza sarebbe competente e risponderebbe allo scopo.

Pflaumer sostiene che le verifiche a posto non sono consigliabili; fanno perdere circa una mezza giornata di tempo e non convincono il cliente più di quando il contatore viene portato via. Il cliente chiede che il verificatore sia assolutamente indipendente.

Minuti domanda se l'incarico della Commissione si limita al modo col quale si potranno verificare i contatori; egli crede che sarebbe bene limitare l'azione governativa solo a questo.

Mondolfi dice che sarebbe bene che la Commissione fissasse limiti estesi nella sensibilità.

Santarelli è di parere che si debba stabilire se l'ufficio dev'essere governativo o d'iniziativa privata, come nell'Associazione utenti caldaie.

Bazzi dice che vi è differenza, perchè in quest'Associazione gl'interessi sono più che altro per gli utenti.

Minuti osserva che gli uffici privati non mancano nemmeno ora.

Mondolfi dice che per i contatori vi potrebbe essere un'associazione privata e un ufficio governativo, al quale ricorrerebbe chi non volesse ricorrere alla prima.

Molfino propone di dare tale incarico all'Ufficio di Finanza.

Santarelli propone il seguente ordine del giorno:

" La Sezione Toscana dell'A. E. I., pur riconoscendo la convenienza che " per il controllo dei contatori e degli altri strumenti di misura elettrici " vengano istituiti uffici governativi nei centri ove si trovano più importanti " applicazioni elettriche restando l'opera loro (regolata da speciali tariffe) a " libera disposizione tanto degli utenti come delle Società esercenti;

" fa però voti perchè siano pure istituiti per iniziativa privata uffici " di controllo riconosciuti e autorizzati dal Governo. "

Digitized by Google

Sizia invertirebbe la dicitura dell'ordine del giorno.

Bazzi dice che al Governo dovrebbe essere riserbato il giudizio in appello facoltativo.

Mondolfi dice che quest'ufficio è di verifica e perciò sarebbe inutile l'appello, perchè in caso controverso vi sarebbero i periti.

Sizia dice che quest'ufficio governativo dovrebbe avere la sorveglianza di quest'Associazione, e dovrebbe intervenire quando quest'ultima non presentasse garanzie sufficienti.

Bazzi osserva che nel campo dell'istruzione si hanno licei governativi e licei privati; ogni provincia ha per diritto un liceo governativo, ma ogni cittadino può compiere i suoi studi presso privati. Così in questa verifica dei contatori il Governo dovrebbe semplicemente autorizzare e sorvegliare gli uffici privati.

Minuti è contrario a quest'idea, e crede che sarebbe meglio che gli uffici tecnici fossero sotto la sorveglianza degl'interessati.

Bazzi osserva che gli uffici privati presenterebbero vantaggi anche per ciò che concerne l'orario.

Roster dice che gli uffici governativi non potrebbero sorgere che nei grandi centri. Si potrebbe invece far voti per la formazione di associazioni private riconosciute che possono servire a tutti.

Bazzi crede che il Governo annetterà tanta maggiore importanza alle decisioni dell'A. E. I. per quanto meno essa si metterà in evidenza. Non crede quindi opportuno per la nostra Associazione di mettersi troppo in vista.

Dopo animata discussione, si stabilisce che debbano essere fissate le norme alle quali deve soddisfare il contatore, ma che qualunque tipo di contatore che ad esse soddisfi debba essere ammesso nell'uso.

Si stabilisce poi che le indicazioni dei contatori di portata ordinaria, dal regime del 10 per cento del massimo carico, fino al pieno carico, non potranno essere errate di oltre il 5 per cento in più o in meno.

In seguito a questo, il primitivo ordine del giorno, presentato dall'ing. Santarelli, viene completato con la seguente aggiunta:

" Fa quindi voti che la Commissione nominata dal Governo per lo studio " delle questioni inerenti alle misure elettriche e agli strumenti di misura " stabilisca le norme generali alle quali deve soddisfare un contatore, ma " che sia ammesso nell'uso qualunque tipo corrispondente a tali condizioni.

" Fa voti che fra dette norme generali sia inserita la seguente:

" Le indicazioni dei contatori di portata ordinaria, dal regime del 10 " per cento del massimo carico fino al pieno carico, non potranno essere " errate di oltre il 5 per cento in più o in meno. „

L'ordine del giorno, così completato, viene approvato all'unanimità.

Il Segretario
Ing. G. Castelfranco.

Digitized by Google

Adunanza del 22 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Discussione sul progetto di Regolamento Generale dell'A. E. I. e sulla proposta della Sede Centrale di scegliere Firenze come sede fissa della biblioteca sociale.
3. Discussione sul progetto di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione dell'ingegnere e dell'architetto in Italia.

Presiede il presidente prof. **L. Pasqualini.**

Sono presenti i soci signori: Pasqualini, Magrini, Bazzi, Rampoldi, Tolomei, Rosi, Minuti, Pozzolini, Castelfranco.

Viene dato come letto il verbale della seduta precedente.

Il **Presidente** scusa l'assenza del vice presidente Santarelli e apre la discussione sul progetto di Regolamento Generale dell'A. E. I.

L'ing. **Rampoldi** lamenta l'assenza di ambedue i consiglieri delegati alla Sede Centrale, ing. Corsini e Sizia.

Bazzi propone di sostituire nell'art. 1 la parola " proposta „ con l'altra " stabilita „ per mettere tale articolo in armonia con l'art. 12 dello statuto, dal quale risulta che la destinazione del luogo è rimessa al Consiglio Generale.

La proposta è approvata.

Il **Presidente** propone di modificare l'art. 5 nella seguente maniera:

" Art. 5. Ricevuto il detto avviso, i Presidenti di Sezione convocano il Consiglio Direttivo ed i Consiglieri rappresentanti la Sezione nel Consiglio Generale, o, se lo credono opportuno, l'intera Sezione, per discutere l'ordine del giorno. „

Ciò perchè, nella forma attuale, l'art. 5 renderebbe assolutamente necessaria la presenza dei Consiglieri rappresentanti la Sezione nel Consiglio Generale per rendere valida la discussione.

La proposta è accettata.

Magrini fa osservare che, per errore di stampa, si legge all'art. 10 del Regolamento:

" Nel caso contemplato dall'art. 14 dello statuto „ mentre dovrebbe dirsi " dall'art. 24. „

Bazzi, a questo proposito, propone che si richiami anche l'art. 22, in modo che si dica:

" Art. 10. Nel caso contemplato dagli articoli 22 e 24 dello statuto, ecc. „

Anche questa proposta è approvata.

Bazzi e **Magrini** propongono di modificare l'ultima parte dell'art. 22 nel seguente modo:

" Il provento di tale vendita, dedotte le spese, va a beneficio dell'autore. „

La proposta è accettata.

Digitized by Google

Minuti propone di modificare il penultimo paragrafo dell'art. 27 nel modo seguente:

" Le opere prestate devono essere restituite complete ed in perfetto stato, ecc. „

Magrini propone di modificare l'ultimo paragrafo dell'articolo 27 in questo modo:

" Ogni socio può ritenere soltanto un'opera, qualunque sia il numero di volumi che la compongono, oppure due volumi simultaneamente, se trattisi di pubblicazioni periodiche, dizionari, enciclopedie. „

Minuti propone di sostituire l'art. 28 col seguente:

" Le spedizioni saranno fatte dalla Biblioteca centrale contro assegno. „

Questa proposta costituirebbe, a parere del proponente, una garanzia e semplificherebbe le pratiche amministrative.

Anche tutte e tre queste ultime proposte sono approvate.

A questo punto il **Presidente** dà in comunicazione all'Assemblea una lettera del Sindaco della città, il quale riferisce che la Giunta Comunale, compresa dell'importanza della proposta dell'istituzione di una biblioteca tecnica, gli ha affidato l'incarico di fare gli opportuni studi, perchè, o in locali nuovi da costruirsi o in altri che per cambiamento di destinazione siano lasciati liberi, si possa trovare un ambiente adatto allo scopo che l'A. E. I. si prefigge.

Il prof. **Bazzi** presenta il seguente ordine del giorno:

" Considerato:

" 1° che Firenze, città eminentemente artistica, può offrire un am-
" biente sereno ed imparziale per gli studi elettrotecnici;

" 2° che Firenze, essendo priva di qualsiasi biblioteca d'indole tecnica
" mentre è fornita riccamente di grandiose biblioteche letterarie ed arti-
" stiche, per completare il suo patrimonio scientifico con la sede della nostra
" biblioteca centrale, potrebbe offrire agevolezze, facilitazioni e contributi
" superiori a quelli di ogni altra città d'Italia: come già ce ne dà affida-
" mento la lettera dell'on. Sindaco, in data 21 ottobre 1904;

" 3° che per la sua posizione geografica Firenze si presta ottimamente
" alla celerità del servizio dei prestiti e per la consultazione diretta delle
" opere col minimo disagio;

" 4° che la biblioteca dell'A. E. I, stabilita in Firenze, potrebbe
" essere stimolo alla fondazione, in questa città, di una biblioteca politec-
" nica, la quale, col diffondere la coltura, agevolerebbe l'espansione delle
" applicazioni elettriche nella nostra regione, con vantaggio comune;

" Fa voti che la Biblioteca centrale dell'A. E. I. abbia sede fissa in
" Firenze, promettendo di adoperarsi con tutti i mezzi perchè, quivi stabi-
" lita, possa trovarvi tutti i vantaggi possibili. „

Si passa poi a discutere in merito al progetto di legge dell'on. De Seta, e all'unanimità viene votato il seguente ordine del giorno:

" Considerato lo scopo dell'A. E. I. (art. 2 dello statuto);

Digitized by Google

" Considerato che, a norma dell'art. 6 dello statuto, possono esserne " soci coloro che in Italia o all'estero s'interessano di elettrotecnica;

" Ritenuto quindi come le basi della nostra Associazione siano impron- " tate alla più completa libertà e indipendenza da qualsiasi protezionismo " scientifico, e come buona parte dei soci sia costituita da persone che, pur " coltivando gli studi elettrotecnici, sono sprovviste di qualsiasi titolo acca- " demico relativo;

" Crede opportuno di disinteressarsi assolutamente di tutto ciò che " riguarda la legge dell'on. De Seta, e quindi anche dalla questione ad essa " attinente, posta in rilievo dall'ing. Mario Buffa della Sezione di Genova. „

Il Segretario
Ing. G. Castelfranco.

SEZIONE DI GENOVA.

Adunanza del 30 marzo 1905.

Ordine del giorno:

1. Comunicazione del socio prof. Garibaldi sopra: « Il Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola Superiore Navale ed i suoi mezzi di ricerche ».
2. Processo verbale.
3. Comunicazioni della Presidenza.
4. Conto consuntivo 1904.
5. Modificazioni del Regolamento della Sezione.

Presiede il presidente prof. cav. ing. **S. Rumi** e sono presenti numerosi soci ed invitati.

Il prof. **Garibaldi** svolge la sua comunicazione, vivamente applaudita.

Vien letto ed approvato il verbale della precedente seduta.

Il **Presidente** comunica l'ammissione dei nuovi soci ing. Schmidt e ing. Wichmann, indi dà lettura d'una lettera della Sede Centrale relativa al nuovo regolamento sociale ed alla sede della biblioteca, che si vorrebbe fissare a Firenze.

Si delibera di rimandare alla prossima seduta ogni discussione in proposito.

Il **Presidente** comunica in seguito una lettera del socio Ing. Buffa che invita la Sezione ad opporsi alla proposta di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione d'ingegnere, e si dichiara pienamente d'accordo colle ragioni esposte.

Digitized by Google

Il socio **Buffa** aggiunge alcuni schiarimenti in proposito, dopo di che viene approvato all'unanimità il seguente ordine del giorno:

" I soci dell'A. E. I., Sezione di Genova, presa conoscenza della pro-
" posta di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione d'ingegnere;
" udita la comunicazione del socio ing. Buffa;
" ad unanimità fanno voti:
" che una disposizione transitoria regoli la posizione degli ingegneri
" elettricisti laureati in università estere, sino a quando non verrà istituita
" in Italia la laurea d'ingegnere elettricista; e che in via subordinata la
" legge non colpisca i già laureati e quelli che al giorno della sua promul-
" gazione trovansi iscritti in istituti esteri rilascianti diplomi scientificamente
" rispondenti alle esigenze delle leggi italiane. „

Si delibera di trasmettere il detto ordine del giorno alla Sede centrale perchè interpelli in proposito le altre Sezioni.

Si passa quindi alla discussione del bilancio consuntivo 1904 che viene approvato previa lettura della relazione dei revisori dei conti.

Viene infine discusso ed approvato il nuovo Regolamento Generale della Sezione.

Il Segretario
Ing. G. Anfossi.

Adunanza del 5 giugno 1905.

Ordine del giorno:

1. Comunicazione del dott. Attilio Filippini sopra: « L'arco elettrico come fenomeno elettronico e lo spettro dell'arco nell'acqua ».
2. Discussione del questionario diramato dalla Commissione del X Congresso degli ingegneri di Cagliari intorno alle riforme delle Scuole d'Applicazione.
3. Parere della Sezione sul progetto di Regolamento dell'A. E. I. approvato dal Consiglio Generale il 10 ottobre 1903.

Presiede il presidente prof. ing. cav. **S. Rumi.**

Sono presenti numerosi soci della Sezione e diversi invitati.

Il **Presidente** apre la seduta, e dopo acconce parole di presentazione del conferenziere e un cenno sommario intorno alle ricerche sull'arco elettrico, dà la parola al dott. **Attilio Filippini.**

Questi svolge la sua comunicazione sopra " l'arco elettrico come fenomeno elettronico e lo spettro dell'arco nell'acqua „ che viene in fine vivamente applaudita (vedi *Atti*).

La Sezione poi passa alla discussione del questionario proposto dal Comitato del X Congresso degl'ingegneri ed architetti sulla riforma delle Scuole d'Applicazione.

Il **Presidente** comunica che il Consiglio nella sua ultima seduta ha no-

Digitized by Google

minato una Commissione composta dei soci Galliano, Sertorio ed Anfossi per studiare la questione e riferirne.

L'ing. **Anfossi** come relatore di detta Commissione, legge le seguenti conclusioni:

" Premesso che è generalmente sentito il bisogno d'una riforma sugli " ordinamenti delle Scuole d'Ingegneria, la Commissione proporrebbe di fer- " mare l'attenzione su di questi concetti:

" 1° Accettare le domande n. 3 e 4 del questionario;

" 2° Quanto alle domande 5 e 6 coordinate con quelle 23, 24, 25, 26, " 27, 28, 29 e 32, sarebbe da consigliare di riassumere la risposta nell'af- " fermazione della domanda 29, salvo però sempre la separazione delle lauree " in due: laurea d'ingegneria, laurea d'ingegnere navale;

" 3° Lo stesso dicasi per l'abolizione del titolo d'" ingegnere archi- " tetto „ come risposta alla domanda 33 e seguenti;

" 4° Alle domande dalla 7 alla 13 rispondere che dovrebbesi affermare " quanto è nelle domande 7, 11, 12. Per la 13 aggiungere che l'ingegneria " sanitaria dovrebbe trovar posto nelle speciali discipline alle quali i diversi " quesiti relativi si riferiscono, senza bisogno d'insegnamento speciale;

" 5° Alle domande 14, 15, 16 si potrebbe rispondere che seppure sia " desiderabile che in tutte le scuole vi siano dei laboratori per esercitazioni " proporzionate ai limiti di tempo (al più 5 anni) per conseguire la laurea, " e che ciascuna scuola pei laboratori e le esercitazioni possa specializzarsi " in correlazione colle esigenze della regione in cui è situata, è consiglia- " bile che solo uno o due Politecnici siano provveduti così completamente " da rappresentare veri centri di studio (come alla domanda 5) ove poi po- " trebbero perfezionarsi gl'ingegneri che volessero specializzarsi. Così si ri- " sponde anche alle domande 22, 29, 30 e 31;

" 6° È da approvarsi la domanda 17 e da respingere la 18. „

Aperta la discussione sulla relazione della Commissione, il socio **Questa** in ordine al comma 2° della relazione crede non sia da abolirsi la suddivisione in ingegneri civili e industriali, anzi vorrebbe che fosse maggiormente accentuata la separazione di corsi speciali per l'una e per l'altra laurea. Egli dice che se vi ha da lamentare che nell'esercizio professionale non sia ben distinto l'uno dall'altro ingegnere, la ragione deve ripetersi dal come procedono ora gl'insegnamenti: troppa estensività e nessuna intensività, mentre partendo dal concetto che nella scuola si apprende a studiare per la pratica, si dovrebbe specializzare lo studio di qualche industria in modo completo, non trascurandone anche la parte economica, al fine di mostrare all'allievo il processo da seguire in qualunque altro caso.

Il socio **Gibelli** convenendo in massima coll'ing. Questa, vorrebbe che dopo il 3° corso si suddividessero gl'insegnamenti nei diversi rami dell'ingegneria come oggi è intesa nella pratica, in modo da dedicare gli ultimi due anni a corsi pratici speciali, ai quali dovrebbe corrispondere la laurea.

Il socio **Garibaldi** fa plauso alla Commissione per la proposta di rendere autonomi i politecnici, facendo rilevare le due tendenze assolutamente

*

Digitized by Google

incompatibili degli studiosi delle matematiche pure e dei bisogni degl'ingegneri, pei quali la matematica deve avere scopo immediato d'applicazione.

A queste osservazioni rispondono i membri della Commissione, spiegando le ragioni del loro giudizio e richiamando specialmente le conclusioni contenute nel comma 6° della relazione.

Segue un'animata discussione, a seguito della quale viene approvata la relazione della Commissione per tutte le risposte, ad eccezione delle 2 e 3 per le quali si sospende ogni deliberazione, e viene votato all'unanimità il seguente ordine del giorno proposto dal socio ing. **Bonanni.**

" La Sezione di Genova dell'A. E. I. e gl'Ingegneri del Collegio degli " Ingegneri di Genova presenti alla seduta, plaudono all'iniziativa della " Direzione del Congresso degl'ingegneri, sentita la relazione della Commis- " sione incaricata della risposta ai quesiti proposti che in massima appro- " vano, considerando che gl'insegnamenti universitari adatti alle applicazioni " pratiche, fanno voti che tutte le scuole d'ingegneria siano rese indipen- " denti dalle Università, istituendo il primo biennio presso quelle scuole che " non l'hanno ancora, e modificando in questo biennio i programmi colla " soppressione della " Geometria proiettiva, „ la riduzione della Geometria " descrittiva, dell'Analisi algebrica e infinitesimale e della Geometria anali- " tica: dando maggiore sviluppo allo studio della Fisica e della Chimica e " indirizzando i programmi a scopi pratici per l'insegnamento della materia " d'ingegneria. „

Il **Presidente** mette quindi in discussione il *Progetto di Regolamento Generale dell'Associazione,* approvato dal Consiglio Generale del 10 ottobre 1903 e mandato alle Sezioni dall'Assemblea di Napoli del 1904.

Tutti gli articoli vengono approvati senza discussione fino al 23 incluso.

Al cap. VIII sorge discussione circa la disposizione che designerebbe la Sezione di Firenze come sede della Biblioteca dell'Associazione. Diversi oratori fanno rilevare che per l'indole dell'Associazione e le attribuzioni della Sede Centrale, ben tracciate in occasione delle prime discussioni avvenute a Genova e a Milano all'atto della fondazione dell'Associazione, tutte le Sezioni sono parte integrante del Sodalizio, e che come tutte in proporzione dei loro soci sopportano le spese generali per le quali appunto l'Associazione, e non la Sede centrale, può pubblicare gli *Atti* ed avere doni e cambi, è giusto che tutte in proporzione ne abbiano i vantaggi.

Per il che viene votato all'unanimità di sostituire agli articoli 25, 26 e 1° capoverso del 27, il seguente:

" I libri e le pubblicazioni che giungessero in dono od in cambio degli " *Atti* alla Sede centrale, saranno suddivisi dal Consiglio Generale fra le Se- " zioni, tenendo conto del numero dei soci e dei desiderati delle Sezioni " medesime. Ogni Sezione terrà catalogo speciale dei libri e delle pubblica- " zioni che venisse in tal modo ad avere per poterli dare a prestito ai soci " dell'Associazione che ne facciano richiesta. „

I rimanenti articoli vengono senz'altro approvati.

Il Segretario
Ing. G. Anfossi.

Digitized by Google

SEZIONE DI MILANO.

Adunanza del 9 giugno 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Discussione del progetto di Regolamento Generale proposto dalla Presidenza Centrale.
2. Adesione all'ordine del giorno votato dalla Sezione di Genova dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, in merito alla proposta di legge dell'on. De Seta sulla professione d'ingegnere.
3. Comunicazioni diverse.

Dopo la discussione l'ing. E. Jona farà una comunicazione " Sui voltmetri ad alta tensione „ e presenterà un suo voltmetro per 200,000 volt.

Discussione del Regolamento Generale.

L'ing. **A. Bertini,** presidente, espone la storia di questo Regolamento e invita alla discussione degli articoli.

Gli articoli 1, 2, 3 sono approvati senza discussione.

All'art. 4, dietro proposta dell'ing. **Motta,** si approva che in via generale in tutto il Regolamento si abbia ad usare la dizione " la Presidenza, „ in luogo della dizione " il Presidente. „

All'art. 5, dietro proposta della Presidenza, si approva la seguente variante: invece che " convocano il Consiglio Direttivo o se lo credono opportuno l'intera Sezione „ si dica: " convocano se lo credono opportuno il Consiglio Direttivo o l'intera Sezione. „

Gli articoli 6, 7, 8, 9, 10 sono approvati senza discussione.

All'art. 11 l'ing. **Semenza** fa osservare l'improprietà dell'espressione: " Il socio la spedisce entro il termine stabilito. „

Dietro proposta degli ingegneri **Bertini** e **Motta** si approva di sostituirla colla seguente: " Non si tiene conto delle schede che pervengono alla Sezione dopo il termine prestabilito. „

All'art. 12 viene approvata la dizione seguente, proposta dall'ing. **Motta:** " Il giorno della chiusura della votazione il Consiglio Direttivo di ciascuna Sezione, dopo avere staccato da tutte le schede i talloncini con la firma, ed aver registrato i nomi dei votanti, provvede allo spoglio delle schede, „ ecc.

All'art. 13 viene proposto che il ballottaggio abbia luogo fra i tre nomi che ottennero più voti.

Si approva.

All'art. 14 dietro proposta della Presidenza si approva di togliere alla fine dell'articolo le parole: " e all'assemblea. „

All'art 15 egualmente si approva di sostituire alle parole: " da computarsi a semestri „ la parola: " annua. „

Digitized by Google

Per l'art. 16, dopo discussione a cui presero parte gli ingegneri **Bertini, Motta, Semenza, Fumero, Jona,** si approva la dizione seguente:

" L'ammontare del contributo, ecc..... soci regolarmente iscritti al 1° giugno di ciascun anno. „

L'art. 17 è approvato come sta.

Sull'art. 18 prendono la parola i soci **Semenza, Jona, Fumero. Motta, Besostri** e si approva infine la forma seguente:

" La Presidenza Centrale giudica sull'accettazione dei lavori comunicati per la pubblicazione negli *Atti*. A questo scopo essa può consultare il Consiglio generale e le Commissioni speciali appositamente nominate. In caso di rifiuto d'una comunicazione, il giudizio motivato verrà comunicato al Consiglio della Sezione relativa, il quale potrà eventualmente replicare.

" Possono essere senz'altro rifiutati i lavori già pubblicati altrove prima della comunicazione o quelli non comunicati previamente in una riunione di Sezione. „

L'art. 19 è approvato senza varianti.

Nell'art. 20 si approva di radiare le parole: " per le figure. „

Gli articoli 21, 22 e 23 sono approvati senza modificazioni.

L'ing. **Semenza** propone l'aggiunta d'un articolo così concepito:

" Alla fine d'ogni anno la Sede centrale può distribuire ai soci gli *Atti* raccolti in un volume rilegato, sia gratuitamente, sia dietro pagamento del prezzo di costo. „

Gl'ingegneri **Jona** e **Motta,** pur dichiarandosi favorevoli in massima all'idea, muovono qualche obbiezione sulla forma.

L'ing. **Bertini** propone la prenotazione da parte dei soci al principio dell'anno.

Dopo discussione a cui prendono parte gl'ingegneri **Olivetti, Fumero, Besostri,** si decide di comunicare la proposta **Semenza,** come raccomandazione, alla Sede Centrale.

Il **Presidente** legge la lettera della Presidenza della Sede Centrale intorno alla questione della Biblioteca e pone in discussione il capitolo VIII del Regolamento.

Prendono la parola vari soci tutti contrari al progetto della Sede Centrale, e viene votato all'unanimità l'ordine del giorno seguente proposto dalla Presidenza e che riassume la discussione:

" Ritenuto che la più intensa consultazione dei libri e dei periodici è " ordinariamente fatta dai soci delle Sezioni presso cui sono depositati su- " bito dopo la loro pubblicazione;

" che perciò anche la successiva richiesta di prestiti di libri o periodici " arretrati proviene in maggioranza dai soci della Sezione originariamente " depositaria;

" che, d'altra parte, è sufficiente consultare e conservare un numero " limitato di periodici per ottenere una completa rappresentazione del mo- " vimento e scientifico e industriale;

Digitized by Google

" non crede la Sezione di Milano conveniente di raccogliere tutte le " pubblicazioni ricevute dalla Sede centrale in una Biblioteca fissa unica;

" fa voti che queste pubblicazioni siano invece distribuite fra le Sezioni " con ripartizione deliberata dal Consiglio generale, su richiesta delle sin- " gole Sezioni;

" che le Sezioni stesse rimangano depositarie responsabili delle pubbli- " cazioni ricevute dalla Sede centrale, distribuendole a *tutti* i soci ordinari " di *tutte* le Sezioni seguendo norme uniformi da stabilirsi. „

Si appongono le seguenti varianti:

All'art. 27 non si ammette che le opere della Biblioteca siano date in prestito ai soci studenti.

All'art. 28 si propone e si approva la dizione seguente:

" Nell'atto della richiesta d'un prestito il socio paga alla Sezione anticipatamente le spese di spedizione dei volumi. „

E all'art. 29:

" Un catalogo della Biblioteca sarà distribuito ai soci al principio di ogni anno, a cura della Sede centrale. „

L'art. 30 è approvato nella sua forma primitiva.

Nell'art. 31 si approva di radiare il primo comma relativo al prestito dei libri agli studenti.

L'art. 32 è approvato senz'altro.

Dopo di che il presidente ing. **A. Bertini** dà la parola all'ing. **E. Jona** che fa la sua comunicazione " sui voltometri ad alta tensione „ eseguendo pure esperienze su d'un suo kilovoltometro a 200,000 volt.

Il conferenziere viene alla fine applaudito.

Stante l'ora tarda, il **Presidente** decide di rimandare a una prossima adunanza la discussione relativa al n. 2 dell'ordine del giorno e leva la seduta.

Il Segretario
Ing. G. Semenza.

SEZIONE DI NAPOLI.

Adunanza del 2 aprile 1905.

Ordine del giorno:

1. Discussione del progetto di Regolamento Generale dell'A. E. I., approvato dal Consiglio Generale, del 10 ottobre 1903 e presentato all'Assemblea Generale di Napoli (V. vol. VII degli Atti, notiziario dell'A. E. I., pag. 80).
2. Comunicazioni della Presidenza.

1. Discutendosi il progetto di Regolamento Generale dell'A. E. I., già approvato dal Consiglio Generale del 10 ottobre 1903 e presentato all'as-

Digitized by Google

semblea generale di Napoli, dopo aver presa comunicazione della lettera-circolare del presidente della Sede Centrale e approvati in massima i concetti informativi che in essa si contengono, la Sezione di Napoli approva le seguenti proposte di varianti presentate dal suo Consiglio direttivo:

Art. 1. . . . . L'ordine del giorno col bilancio è comunicato dalla Sede centrale almeno un mese prima alle Presidenze delle Sezioni per eventuali osservazioni in merito, e poi a tutti i soci almeno quindici giorni prima della convocazione, a termini dell'art. 12 dello statuto.

Art. 2 (aggiunta). L'Assemblea Generale dei soci, dietro parere favorevole della Presidenza, può autorizzare la lettura di comunicazioni non annunciate in precedenza.

Art. 14. Il socio che desidera passare da una Sezione ad un'altra ne fa domanda per iscritto ad entrambe le Sezioni. Sull'ammissione delibera il Consiglio della nuova Sezione, e, ecc.

Art. 17. Le Sezioni sono responsabili per le quote dei loro soci verso la Sede centrale per i mesi trascorsi dal principio dell'anno finanziario fino al mese in cui è dichiarata dalla Sezione stessa e comunicata alla Sede centrale la morosità del socio.

Art. 22. . . . . Il provento di tale vendita, dedotte le spese, va a benefizio dell'autore, o, col consenso di questo, a beneficio della Sezione cui il lavoro fu comunicato.

Art. 23. Tutti i soci possono acquistare i volumi o i fascicoli arretrati degli Atti con uno sconto del 50 per cento.

Ai soci studenti si concede l'abbonamento agli Atti con lo sconto del 50 per cento rispetto al prezzo corrente per gli estranei.

Art. 27. . . . . Le opere prestate devono essere restituite ordinariamente entro il mese successivo a quello in cui il prestito è avvenuto, salvo concessione speciale della Direzione della biblioteca.

Ogni socio non può ritenere più di un'opera, nè più di due volumi simultaneamente, salvo ancora concessioni speciali.

Art. 28. Nell'atto della richiesta di un prestito il Socio paga alla Sezione le spese di spedizione relativa.

La Sezione ne accredita la Sede Centrale.

Art. 30, 31, 32. Soppressi, perchè in parte inclusi nello statuto ed in articoli precedenti ed in parte contraddittorî con le norme di alcuni Regolamenti di Sezione.

2. Vengono confermate le dimissioni del prof. Pinto a datare dal 1° gennaio 1906.

Vengono annunciate conferenze da tenersi prossimamente dai soci professore Milone sull'aratura elettrica e prof. Montù sui recenti perfezionamenti delle lampade ad incandescenza.

Il Segretario
Ing. L. De Biase.

Digitized by Google

Adunanza del 14 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Discussione sull'ordine del giorno della Sezione di Genova in relazione alla proposta di legge dell'on. De Seta sullo stato della professione degl'ingegneri.
2. Discussione del questionario diramato dalla Commissione del Congresso di Cagliari intorno alla riforma delle Scuole di Applicazione.
3. Comunicazioni della Presidenza.

1. Il **Presidente** comunica l'ordine del giorno della Sezione di Genova relativamente alla proposta di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione d'ingegnere ed il questionario diramato dal Comitato esecutiva del Congresso di Cagliari sulle riforme da introdurre nelle Scuole d'Applicazione.

A nome della Commissione delegata dal Presidente in seguito a deliberazione del Consiglio direttivo, riferisce il prof. **Boubée,** esponendo le ragioni per cui la Commissione non ha ritenuto di doversi senza riserve associare all'ordine del giorno della Sezione di Genova.

Le ragioni dipendono essenzialmente dal fatto che una gran parte dei diplomi conferiti da scuole estere, specialmente per gli studi speciali di elettrotecnica, non è perfettamente equipollente ai diplomi d'ingegneria conferiti in Italia, in modo che ai titolari non possono attribuirsi tutti i diritti e privilegi dei nostri ingegneri laureati, ma esclusivamente quelle prerogative generali che competono a tutti i liberi esercenti, e che le leggi vigenti contemplano in parte, ed in parte saranno disciplinati dalla legge che ora si discute in Parlamento. Presenta in tale senso un ordine del giorno, col quale la Sezione dichiara di astenersi dall'approvare l'ordine del giorno della Sezione genovese.

L'ing. **Bonghi,** membro della Commissione, fa osservare che un riconoscimento ufficiale dei titoli conferiti da scuole estere costituirebbe un privilegio che ai diplomati delle nostre scuole è assolutamente negato altrove.

L'ing. **Bagno** propone tuttavia che la forma dell'ordine del giorno venga convenientemente temperata, perchè non appaia un dissenso sostanziale col concetto manifestato nella prima parte dell'ordine del giorno della Sezione di Genova.

A questo concetto si associa il prof. **Lombardi,** e, consentendo in esso la Commissione, l'ordine del giorno viene da essa così formulato:

" La Sezione di Napoli dell'A. E. I., considerando che molti diplomi " d'ingegneria che si rilasciano all'estero non hanno perfetta equipollenza " coi diplomi che si danno in Italia, non crede che ai laureati all'estero in " elettrotecnica o in altri rami possano essere concessi, anche in linea

Digitized by Google

" transitoria, diritti maggiori di quelli che competono agli esercenti privati, " e si astiene perciò dall'associarsi all'ordine del giorno approvato dalla " Sezione di Genova. „

Messo ai voti, esso è approvato all'unanimità.

Aperta la discussione sul questionario diramato dal Comitato Esecutivo del Congresso di Cagliari, su proposta della Commissione, vengono omesse le questioni che non sembrano offrire per la nostra Associazione un interesse immediato.

Sulle altre, accogliendo in massima le proposte della Commissione, ed in parte apportando leggere varianti, la Sezione vota ad unanimità le seguenti conclusioni:

Art. 1. È generalmente sentito il bisogno di una riforma negli ordinamenti delle nostre Scuole d'Ingegneria, affinchè esse meglio rispondano ai bisogni attuali ed all'avvenire del paese.

Art. 3. Converrebbe fissare linee generali comuni e lasciare ad ogni Scuola una *certa* autonomia e libertà d'indirizzo scientifico ed amministrativo, con facoltà d'iniziative proprie e con la formazione di Consorzi cogli enti locali che provvedano alle maggiori spese necessarie.

Art. 19. È consigliabile che, compiuti gl'insegnamenti scolastici, e pur avendo dato ad essi un indirizzo il più possibile teorico-pratico, seguisse poi un periodo esclusivamente dedicato ad applicazioni di carattere del tutto professionale, con esercitazioni di progetti e preventivi, con visite assidue a stabilimenti, costruzioni, ecc.

Art. 20. Data la necessità di un tale corso esclusivamente applicativo, *non* si giudica conveniente che esso debba precedere il conferimento della laurea, nella speranza che questa riesca a comprendere già un avviamento alla pratica dell'esercizio professionale.

Art. 21. Sembra piuttosto che non possa darsi alla laurea che il carattere di una preparazione scientifica e tecnica capace di aprire la via a qualunque forma di applicazione, ritenendo che la vera pratica professionale non possa iniziarsi che con la libera attività individuale ed a seconda delle tendenze personali e delle occasioni che si presenteranno ai giovani laureati.

Art. 22. Potrebbe consigliarsi l'istituzione, in qualche Politecnico, di un corso facoltativo complementare che costituisse una vera e propria Scuola di Applicazione e di perfezionamento per ingegneri laureati.

Art. 23. Si giudica che abbia dato buoni frutti, dal punto di vista dell'esercizio professionale, la divisione d'ingegneri civili e d'ingegneri industriali.

Art. 27. Le condizioni attuali dell'esercizio dell'ingegneria e la mutabilità delle occasioni di collocamento che il paese offre ai giovani ingegneri non possono incoraggiare ad introdurre fin d'ora nelle nostre Scuole, dopo alcuni corsi comuni di scienze pure ed applicate, una completa demarcazione fra le varie specialità dell'ingegneria meccanica, chimica, elettrica, ecc., istituendo altrettante lauree speciali.

Digitized by Google

Art. 30. È consigliabile tuttavia, per fare qualche passo innanzi nella via della specializzazione, d'istituire in tutte le Scuole corsi facoltativi, od anche di far parte alla libera docenza, soprattutto per impartire agli allievi lezioni di carattere esclusivamente applicativo sui vari rami speciali dell'ingegneria, senza far luogo a lauree distinte.

Art. 31. Potrebbero i corsi diretti a conferire *certificati* speciali istituirsi nelle Scuole di perfezionamento a cui si accenna nel n. 22.

Art. 40. Si crede conveniente che, insieme alla riforma delle Scuole, siano introdotte nella nostra legislazione disposizioni dirette:

a) a precisare le funzioni professionali che in forza della laurea debbono attribuirsi agl'ingegneri civili od industriali ed agli architetti;

b) a dare alle lauree un carattere legale di protezione che escluda in qualsiasi modo *dalle funzioni di cui sopra* coloro che sono sprovvisti di laurea;

c) a precisare norme che consentano a questi ultimi l'esercizio professionale e l'uso del titolo generico, riservando la più ampia facoltà di esercizio e la qualifica d'ingegneri ed architetti laureati a quelli che provengono dalle Scuole di applicazione.

Gli articoli 1, 19, 23 e 30 sono integralmente approvati nella forma del questionario originale; agli articoli 3, 21, 22, 31 e 40 sono apportate leggere modificazioni che la Sezione ha ritenuto adatte a chiarire meglio i concetti in essi espressi.

Il Segretario
Ing. L. De Biase.

Adunanza del 28 maggio 1905.

Ordine del giorno:

Conferenza dell'ing. F. Ruffolo sul « Progetto di derivazione idroelettrica dal Volturno e modo di raddoppiarne la potenza ».

Presiede il presidente prof. **Lombardi.**

Presenti in maggioranza i membri del Consiglio Direttivo ed una trentina di soci, oltre numerosi invitati.

Il **Presidente** rievoca il desiderio ripetutamente manifestato nel seno della Sezione di Napoli, di avere comunicazione ufficiale del progetto di derivazione idroelettrica dalle sorgenti di Capo Volturno, e chiarisce come alla richiesta formale della Presidenza l'on. Amministrazione Municipale, per ragioni speciali di delicatezza, non abbia creduto di poter dare evasione, mentre pendevano le pratiche ufficiali per la concessione delle sorgenti.

Accenna però con vivo compiacimento che sulla importantissima questione l'ing. Ruffolo intende portare oggi nuovi elementi di studio originale e proposte che meriteranno da parte della A. E. I. la più seria attenzione.

Digitized by Google

Ringrazia pertanto l'egregio conferenziere a nome della Sezione e di tutta l'Assemblea, e gli dà la parola.

La importante conferenza viene ascoltata con grandissimo interesse e coronata alla fine da unanimi applausi.

Richiedendosi dal **Presidente** se l'Assemblea intenda discutere in una apposita tornata l'importante questione, l'ing. **Cristoforis** propone che la conferenza venga immediatamente stampata e distribuita ai soci, perchè essi con uno studio ponderato possono apparecchiarsi ad una discussione matura. L'ing. **Ragno** propone che una Commissione speciale studi in precedenza il progetto per riferire all'Assemblea nella prossima riunione. Approvate entrambe le proposte, la prossima riunione viene indetta per la sera di sabato 3 giugno, e viene dato incarico alla Presidenza di curare la stampa della Conferenza e la nomina della Commissione.

Il Segretario
Ing. L. De Biase.

Adunanza del 3 giugno 1905.

Ordine del giorno:

1. Discussione delle proposte dell'ing. F. Ruffolo in merito all'impianto idroelettrico del Volturno ed al modo di raddoppiarne la potenza.
2. Comunicazioni della Presidenza.

Presiede il presidente prof. **Lombardi.**

Presenti il vicepresidente prof. Boubée, il consigliere Bonghi, il segretario ing. De Biase ed una ventina di soci. Scusa la sua assenza il consigliere prof. Bruno.

Si legge ed approva il verbale della seduta precedente.

Il **Presidente** informa l'assemblea delle pratiche esaurite in evasione del mandato conferitogli dall'assemblea nella riunione del 28 maggio in seguito alla conferenza tenuta dall'ing. Ruffolo, coll'invio delle bozze della conferenza a tutti i soci, e colla nomina di una Commissione speciale a cui venne delegato lo studio della grave questione. Vennero chiamati a far parte della Commissione i signori prof. Bruno, Boubée, Ferrara, Milone e gl'ingegneri Bonghi, Fano, Gaulis e D'Orso insieme col presidente della Sezione. Di essi però scusarono la loro assenza il prof. Ferrara, assente da Napoli, l'ing. D'Orso per riguardo di delicatezza verso l'Amministrazione municipale cui appartiene, l'ing. Gaulis per ragioni di gravi occupazioni.

Alla riunione indetta pel 2 corrente intervennero i signori prof. Bruno, Boubée, Milone e l'ing. Bonghi insieme al Presidente ed all'ing. Ruffolo. Avendo questi fornite spiegazioni esaurienti sopra i criteri tecnici che lo guidarono nella compilazione del suo grandioso progetto, e risposto alle principali obbiezioni relative alla capacità ed impermeabilità del bacino Pantano, alla possibilità di derivare dal Sangro il volume d'acqua previsto senza alterare gravemente il regime del fiume, che a valle si arricchisce di

Digitized by Google

confluenti importanti. ed all'attuabilità delle opere idrauliche da lui progettate, la Commissione, bene apprezzando la genialità dell'idea principale, non ha creduto di dover entrare nell'esame dettagliato del progetto, che per ora deve essere considerato come uno studio di massima, ed ha quindi bisogno di essere in alcune parti ulteriormente elaborato.

Discutendo per altra parte le proposte presentate dall'ing. Ruffolo al termine della sua conferenza, e tenendo presenti le ragioni particolari che hanno dissuaso finora l'on. Amministrazione Comunale dal rendere pubblico nei suoi dettagli il progetto compilato dal suo Ufficio tecnico per l'esecuzione dell'opera importante del Volturno, per cui pendono attualmente le pratiche ufficiali della concessione, la Commissione non ha nemmeno creduto opportuno di entrare in merito nella gravissima questione della canalizzazione interna, ed ha manifestato concordemente l'avviso che qualsiasi iniziativa nuova per ottenere a Napoli una maggiore somministrazione di forza motrice si dovesse esplicare lasciando completamente impregiudicata l'esecuzione dell'opera attualmente progettata.

La Commissione ha perciò dato incarico al Presidente di formulare un ordine del giorno il quale rispecchiasse questi due concetti fondamentali, e che con leggere varianti suggerite da taluno dei commissari venne redatto nella forma seguente:

" La Sezione di Napoli della A. E. I., udita l'interessante conferenza " dell'ing. Ruffolo, e riconosciuta la genialità dell'idea di derivare dal bacino " del Sangro e riversare in quello del Volturno un volume d'acqua consi- " derevole, adeguato, secondo il progetto, a realizzare in condizioni tecniche " eccezionalmente favorevoli una quantità di energia elettrica pari o supe- " riore a quella del Volturno, ritenendo che dall'opera grandiosa le grandi " e piccole industrie di Napoli potrebbero ritrarre un notevole vantaggio, " fa voto perchè, senza pregiudizio dell'opera attualmente progettata, e già " autorizzata per legge, i nuovi studi vengano attivamente proseguiti nel- " l'alto interesse di questa città. „

Chiudendo la sua relazione sommaria il **Presidente** annuncia una lettera dell'ing. Capo della provincia di Caserta, nella quale, plaudendo alla iniziativa dell'ing. Ruffolo, si manifesta l'augurio che l'opera geniale abbia la sua attuazione aumentando a beneficio di quella provincia la portata di magra del Volturno, le cui acque dovranno essere utilizzate nei tratti inferiori del fiume a beneficio dell'agricoltura.

Aperta la discussione l'ing. **Bonghi** dà ragione all'Assemblea delle principali obbiezioni sollevate in seno alla Commissione relativamente alle difficoltà tecniche ed amministrative che potranno frapporsi all'attuazione del progetto; si dichiara però concorde coi suoi colleghi nel riconoscere la genialità dell'idea a cui il progetto è informato, e disposto a votare colle piccole varianti che vi sono state introdotte l'ordine del giorno.

In seguito a domande e obbiezioni di minore importanza sollevate da altri colleghi, il socio **Ruffolo** fornisce colla scorta di documenti ufficiali (relazioni diverse e notizie pubblicate nella Carta idrografica), oltre che sulla

Digitized by Google

base dei suci stuoi ponderati, la giustificazione delle sue previsioni. Egli ringrazia l'assemblea dell'accoglienza deferente fatta al suo progetto riconoscendo l'opportunità che l'opera nuova venga discussa e studiata ulteriormente senza pregiudizio di quella di cui è già allestito il progetto di esecuzione.

Messo ai voti l'ordine del giorno esso è approvato ad unanimità.

Il **Presidente** ringrazia vivamente la Presidenza della Società Ingegneri, Architetti ed Industriali che ha voluto ospitare con tanta cortesia l'assemblea nel suo locale al centro della città, e scioglie la seduta.

Il Segretario
Ing. L. De Biase.

Adunanza dell'11 giugno 1905.

Ordine del giorno:

1. Conferenza del socio Adolfo Tajani su « L'impianto idroelettrico del Tusciano ».
2. Comunicazioni della Presidenza.

Presiede il prof. **Lombardi.** Presenti una ventina di soci e numerosi invitati.

Il **Presidente** partecipa come la casa J. Rieter e C. di Winterthur, a seguito della conferenza tenuta dall'ing. Ruffolo e della discussione relativa, comunicato alla Sezione di Napoli dell'A. E. I. copia del suo progetto per la derivazione ed utilizzazione delle acque dell'alto Volturno, nel quale si contempla la creazione di un ampio bacino di riserva atto a realizzare un aumento considerevole della portata uelle ore di giorno. Non avendo per ora l'Amministrazione comunale creduto, per alte ragioni di delicatezza, di dover rendere di pubblica ragione gli elementi del progetto compilato dal suo Ufficio tecnico, la Presidenza non crede conveniente di sottoporre il progetto in questione a pubblica discussione.

Esso resterà tuttavia a disposizione dei soci che avessero interesse di consultarlo.

Prima di dare la parola al socio Tajani, che intende illustrare in ogni parte l'importante impianto idroelettrico del Tusciano, il **Presidente** rievoca con compiacimento la visita già fatta da molti soci dell'A. E. I. alla stazione generatrice ed alle opere di presa due anni fa in occasione del Congresso annuale tenuto a Napoli e l'ospitalità munificente che la Società meridionale di elettricità in quell'occasione aveva voluto apparecchiare a tutti gl'intervenuti.

Rivolge perciò ancora un caldo ringraziamento alla Società per avere consentito ed al conferenziere per avere assunto di descrivere l'opera, oramai completa ne' suoi dettagli più importanti, davanti alla nostra Sezione.

L'interessante conferenza, illustrata da bellissime proiezioni luminose, è accolta con vivi applausi.

Il Segretario
Ing. L. De Biase.

Digitized by Google

SEZIONE DI PALERMO.

Adunanza del 6 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Discussione del progetto di Regolamento generale dell'A. E. I., pubblicato nel volume VII degli Atti, anno 1903, fasc. 5°, pag. 80.
3. Proposta della Sede Centrale perchè venga nel progetto di legge sull'esercizio della professione d'ingegnere introdotta una disposizione transitoria regolante la condizione degl'ingegneri elettricisti laureati all'estero.
4. Questionario diramato dalla Commissione del Congresso di Cagliari sulle riforme delle Scuole di applicazione.

Si approva il verbale della seduta precedente.

Il **Presidente** comunica le dimissioni dei soci cav. Paratore ed ing. Lo Presti.

L'Assemblea incarica il Presidente di pregare i soci suddetti a voler desistere dalla loro determinazione.

Si apre quindi la discussione sul progetto di Regolamento Generale dell'A. E. I.

All'art. 2, su proposta del prof. **Corbino,** l'assemblea esprime il parere che sia fatto obbligo ai soci di presentare il testo, e, in ogni caso, un sunto delle comunicazioni che intendono di fare almeno due mesi prima della convocazione dell'assemblea, invece di un mese prima, come è detto nell'articolo surriferito, e ciò allo scopo di dar tempo alla Presidenza di poter comunicare tale riassunto a tutti i soci, insieme al bilancio di cui all'art. 1°, potendo così le discussioni riuscire più proficue ed esaurienti.

In ordine al paragrafo IV, che riguarda le votazioni nelle Sezioni, l'Assemblea osserva che, essendosi qualche volta verificato il caso che non tutti i soci abbiano ricevuto la scheda, stimerebbe opportuno che un certo numero di schede fosse mandato alla Presidenza delle varie Sezioni per il caso di eventuali perdite, facendo obbligo alla Presidenza stessa di far cenno dell'uso dei duplicati nel verbale, col quale si trasmettono le schede, ed esigendo, a garanzia del procedimento di votazione, che siano anche mandati alla Sede i talloncini con le firme dei votanti.

In particolare al comma terzo dell'art. 13, l'assemblea è di avviso si specifichi che la votazione di ballottaggio abbia luogo fra i *due* nomi che ottennero più voti.

All'art. 19, dove è detto: " L'autore d'ordinario ha diritto ad una sola correzione delle prove di stampa, „ viene espresso il desiderio sia aggiunto: " purchè queste siano già tipograficamente corrette. „

Digitized by Google

All'art. 20 esprimere in modo tassativo che gli autori hanno diritto a cento estratti gratuiti, sopprimendo le parole: *non più di.*

All'art. 23 stabilire che i prezzi speciali ai quali i soci potranno acquistare i volumi od i fascicoli arretrati saranno anno per anno fissati dalla Sede centrale.

All'art. 27 chiarire meglio che cosa s'intenda per fascicoli separati, potendo nascere il dubbio che siano escluse dal prestito le pubblicazioni periodiche non rilegate, dicendo piuttosto che " le pubblicazioni periodiche saranno date in prestito per annate o volumi completi, esclusi i fascicoli separati. „

All'art. 28 viene osservato si troverebbe più pratico che la Sede centrale spedisse volta per volta i volumi richiesti in prestito dai singoli soci in porto assegnato.

All'art. 31 si vorrebbe soppresso il primo comma, che dà diritto ai soci studenti al prestito dei libri.

Tutti gli altri articoli del progetto di Regolamento vengono accettati senza osservazioni.

Dopo ciò, s'inizia la discussione sulla terza parte dell'ordine del giorno, alla quale l'assemblea s'interessa vivamente; ma, data l'ora tarda e l'importanza dell'argomento, su proposta dell'ing. **De Simone,** viene rimandato il seguito della discussione ad altra seduta, per dare così tempo ai soci di studiare la questione.

Il Segretario
Ing. G. Buttafarri.

Adunanza dell'11 maggio 1905.

Ordine del giorno:

Continuazione dell'ordine del giorno precedente.

Si approva il verbale dell'ultima adunanza, quindi il presidente apre la discussione sull'ordine del giorno dell'ing. Buffa, approvato dalla Sezione di Genova, nella seduta del 30 marzo u. s., in ordine alla proposta di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione d'ingegnere.

Prendono la parola diversi soci, e, dopo ampia discussione, vengono presentati i seguenti ordini del giorno, uno dall'ing. Francesco Agnello, l'altro dal prof. Corbino.

Quello dell'ing. Agnello è così concepito:

" L'Assemblea della Sezione Siciliana dell'A. E. I., considerato che il " progetto De Seta ha di mira la tutela dell'esercizio della professione ed " il titolo a quegli ingegneri che siano laureati o si laureino in uno degli " Istituti tecnici superiori del Regno;

" considerato che non v'è pareggiamento di titoli accademici fra i di- " plomi conseguiti in Italia e quelli conseguiti all'estero;

Digitized by Google

" considerato che non si può dare valore legale a diplomi speciali rila-
" sciati da Istituti esteri a chi non abbia conseguito in Italia il titolo d'inge-
" gnere, altrimenti verrebbe a sconvolgersi il criterio organico dell'insegna-
" mento superiore attuale;

" delibera:

" di non approvare l'ordine del giorno 30 marzo 1905 della Sezione di
" Genova;

" fa noto al Governo d'istituire le scuole speciali di elettrotecnica presso
" le R. Scuole d'Applicazione italiane e il relativo titolo d'ingegnere elet-
" tricista. „

L'ordine del giorno del prof. Corbino è il seguente:

" La Sezione di Palermo dell'A. E. I.;

" considerato che, nonostante la possibile indicazione della specialità,
" il progetto De Seta abilita chiunque sia iscritto nell'albo all'esecuzione di
" lavori in qualunque ramo d'ingegneria;

" consente nella proposta Buffa, a condizione che gl'ingegneri elettri-
" cisti, laureati all'estero, possano eseguire lavori d'indole esclusivamente
" elettrotecnica; che il riconoscimento del diploma sia concesso solo per
" alcuni Istituti esteri dietro parere favorevole del Consiglio superiore della
" P. I., e ciò soltanto fino a che non verrà istituita in Italia la laurea di
" ingegnere elettricista. „

Ha la precedenza l'ordine del giorno Agnello, che, messo ai voti, non è approvato; risulta invece approvato quello del prof. Corbino.

Stante l'ora tarda viene quindi rimandata la seduta.

Il Segretario
Ing. G. Buttafarri.

SEZIONE DI ROMA.

Adunanza del 3 aprile 1905.

Ordine del giorno:

1. Comunicazioni della Presidenza;
2. « Sulla induzione unipolare » (ing. G. Giorgi);
3. Proposta della Sede Centrale relativa alla Biblioteca sociale;
4. Resoconto di notizie:

   L'economia delle macchine a vapore a cilindri e il progresso delle turbine a vapore - Isolamenti per alte tensioni - Determinazione dei limiti di pericolo per la corrente elettrica rispetto al corpo umano - Ricerche sul moto relativo della terra e dell'etere.

La seduta si apre alle ore 21; presiede il presidente **Giorgi,** presenti circa trenta soci.

È letto ed approvato il verbale della seduta del 20 marzo u. s.

Digitized by Google

Giorgi legge la sua comunicazione " Sulla induzione unipolare. „

Viene quindi letta una lettera della Sede centrale riguardante un progetto di regolamento generale.

Ascoli dà ulteriori schiarimenti.

Giorgi esprime anche lui il parere che non si debba attentare al carattere nazionale dell'Associazione.

Si svolge quindi la discussione intorno ad una sede fissa per la Biblioteca sociale.

Questa proposta viene messa ai voti e si decide che la sede fissa della Biblioteca sia Firenze.

Il **Presidente** fa il resoconto di notizie.

Il Segretario
Ing. F. Fiorentini.

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 31 marzo 1905.

Ordine del giorno:

1. Il socio ing. Emilio Silvano esporrà: « Alcune considerazioni sull'impianto idro-elettrico municipale »;
2. Discussione del « Progetto del Regolamento generale dell'Associazione, proposto dalla Presidenza Centrale ».

Presiede il presidente ing. **Vincenzo Soldati**.

Silvano espone le considerazioni all'ordine del giorno.

È vivamente applaudito.

Il **Presidente** apre la discussione.

Imoda ritiene che gli applausi con cui furono accolte le parole dell'oratore provino come le sue idee siano condivise dai colleghi. Egli è lieto che si entri nell'ordine d'idee esposto, cioè che l'esercizio del futuro impianto venga affidato alle Società private già esistenti, poichè, un buon impianto, come esso sarà, unito ad un esercizio già bene organizzato darà buonissimi risultati. Ottime sono infatti le condizioni dell'impianto municipale, sia nelle opere idrauliche, con notevole salto e media portata, sia perchè il Municipio può ottenere il capitale occorrente a miglior mercato che non un'impresa privata, la quale poi difficilmente vorrebbe correre il rischio di portare altra energia a Torino oltre quella già disponibile.

Delle spese preventivate quelle che si presentano più aleatorie sono quelle relative alla rete di distribuzione in Torino e alla linea, ma per il macchinario e per le opere idrauliche, le quali sono quasi completamente in galleria, non vi può esser grande errore. Se però l'impianto venisse a costare anche una somma maggiore della prevista, per esempio, un milione, semprechè si approfittasse della rete già esistente appartenente alle Società

Digitized by Google

ora concessionarie, sarebbe tuttavia conveniente il farlo e si potrebbe dare il cav. annuo ad un prezzo relativamente basso.

La questione merita di essere studiata a fondo in ogni suo dettaglio; non crede alla grande esuberanza di energia disponibile, poichè l'impianto della Cenischia fu già assorbito e prima dell'entrata in servizio di quello di Chiomonte trascorrerebbero cinque anni, quando già tutta l'attuale disponibilità sarà collocata, compresovi il secondo salto della Cenischia. Forse sarà difficile vendere subito tutti i 5 mila cavalli, ma l'impianto di Chiomonte è un vero valore che deve essere utilizzato e, se anche il Municipio facesse qualche sacrificio, farebbe opera utile e produttiva, e, dando alle Società esercenti energia a buon mercato, potrebbe imporre loro la condizione di distribuirla a prezzi assai minori di quelli ora praticati.

Il **Presidente,** nessuno domandando la parola, chiede all'Assemblea se intende sia formulato un ordine del giorno, oppure se crede che la discussione rimanga allo stato di scambio d'idee.

Ferraris non crede opportuno formulare e votare una conclusione.

Silvano dichiara che non era sua intenzione di provocarla.

Il **Presidente** dichiara chiusa la discussione e ringrazia l'ing. Silvano.

Comunica quindi la lettera della Sede Centrale che accompagna il progetto di regolamento generale dell'Associazione, stato approvato dal Consiglio Generale e già sottoposto all'Assemblea generale di Napoli, con la quale invita le Sezioni a discuterlo, secondo il deliberato di questa. Fa dar lettura di tutto il progetto e apre la discussione sulla parte che ha più speciale importanza, l'articolo che si riferisce alla sede della Biblioteca.

Tedeschi vorrebbe si discutesse se in avvenire non converrebbe rendere fissa la Sede Centrale dell'Associazione.

Il **Presidente** gli fa osservare che tale questione non è all'ordine del giorno e che ora dobbiamo occuparci del Regolamento.

Ferraris ritiene evidente non essere conveniente il trasporto periodico della Biblioteca da una sede all'altra, secondo il mutare delle varie Presidenze successive. Crede poi che la ripartizione permanente delle pubblicazioni fra le varie Sezioni sia da preferirsi alla concentrazione in un'unica Biblioteca, perchè in tal modo la maggioranza dei soci, e in particolare quelli delle Sezioni meno numerose, sarebbero assai più favoriti. Le Sezioni maggiori hanno infatti già in abbonamento i periodici più importanti e se ne formano la collezione; questi sarebbero quindi disponibili per le Sezioni più piccole. Con la ripartizione non è vero che la Biblioteca andrebbe dispersa, se si rendono le Sezioni responsabili delle pubblicazioni e dei libri ricevuti.

Le Sezioni non acquisterebbero alcun diritto di proprietà su di essi ma ne sarebbero soltanto depositarie, per modo che, quand'anche cambiasse il carattere dell'Associazione e risultasse allora opportuna la Biblioteca unica, questa si potrebbe con tutta facilità costituire. Non potrebbero sorgere rivalità fra le varie Sezioni se la ripartizione sarà fatta con deliberazione del Consiglio generale.

Digitized by Google

Oltre ai vantaggi reali per la maggior parte dei soci, sta anche in favore della ripartizione la ragione politica addotta dalla Presidenza centrale per proporre la Sede di Firenze.

Segre si associa alle considerazioni del prof. Ferraris. Non trova buona ragione per stabilire la sede della Biblioteca in Firenze la considerazione che non vi esiste altra Biblioteca tecnica. Crede che se si venisse ad effettuare tale progetto si potrebbe considerare la Biblioteca come seppellita riguardo alla quasi totalità dei soci dell'Associazione.

Ferraris propone il seguente ordine del giorno:

" La Sezione di Torino ritiene:

" Che non è conveniente raccogliere tutte le pubblicazioni ricevute " dalla Sede centrale in una Biblioteca fissa, unica;

" Che invece queste pubblicazioni devono venir distribuite alle varie " Sezioni, con ripartizione deliberata dal Consiglio generale;

" Che le Sezioni devono essere depositarie responsabili delle pubbli- " cazioni loro affidate dalla Sede centrale. „

Il **Presidente** pone ai voti l'ordine del giorno Ferraris.

L'Assemblea approva all'unanimità.

Il **Presidente** pone in discussione il progetto articolo per articolo.

Segre all'art. 1 propone si rediga: " La sede dell'Assemblea generale, in seguito a proposta fatta nell'Assemblea precedente, e deliberata dal Consiglio generale, ecc ecc.

L'Assemblea approva.

Ferraris all'art. 3 vorrebbe fossero indicati dei criteri di massima, non per limitare le facoltà della Presidenza, ma per stabilire una certa unità d'indirizzo.

L'Assemblea approva sia trasmessa la raccomandazione Ferraris.

Ferraris all'art. 4, 2° comma, crede sia meglio dire: *d'ordinario* anzichè *almeno*, potendosi presentare dei casi di urgenza. Ritiene poi superfluo l'art. 6.

L'Assemblea approva.

Segre all'art. 9 ritiene non si deva stabilire tassativamente la lettura delle comunicazioni della Sede centrale nelle riunioni di Sezione.

All'art. 14 propone la seguente redazione:

" Il socio che desidera passare da una Sezione ad un'altra ne fa do- " manda, per lettera raccomandata ed almeno un mese prima del termine " dell'anno sociale, ad una delle due Presidenze, che ne dà comunicazione " all'altra. Sull'ammissione delibera il Consiglio della nuova Sezione, dopo " ricevuto il benestare della Presidenza di quella a cui prima apparteneva " il socio e, quand'essa, ecc. ecc. „

Crede che così redatto l'articolo riesca più preciso nelle sue disposizioni e più in armonia coi vari Regolamenti sezionali già in vigore da tempo.

L'Assemblea approva.

Segre all'art. 15, 2° comma, crede proporre la seguente variante:

" Gl' impegni dei soci verso la Sezione, di cui all'articolo precedente " e all'art. 9 dello statuto, oltre al pagamento della quota annua, che deve

Digitized by Google

" essere corrisposta alla Sezione in cui trovavansi inscritti al 1° gennaio, " comprendono, ecc. „

La quota non in tutte le Sezioni si paga a semestri, ma in alcune in una sola volta; i bilanci sezionali sono annuali e i preventivi sono compilati in base al numero dei soci inscritti al 1° gennaio. Inoltre se la quota venisse ripartita fra due Sezioni, queste dovrebbero proporzionalmente ripartire il relativo contributo alla Sede centrale e ne conseguirebbe una complicazione inopportuna di contabilità.

L'Assemblea approva.

Segre all'art. 16 crede sia da fissarsi un giorno dell'anno in cui l'elenco dei soci sia valido agli effetti del computo del contributo della Sezione alla Sede centrale, per esempio il 1° giugno. In tal modo la Sede Centrale potrebbe contare su una entrata esatta e le Sezioni avrebbero un compenso per gli eventuali soci morosi, non pagando per quelli inscritti da tale data alla fine dell'anno. Perciò ritiene anche che, se non venisse adottata la variante ch'egli propone, nell'art. 17 si dovrebbe stabilire che le Sezioni nulla corrispondono alla Sede centrale per i soci morosi. Crede, tornando all'art. 16, che, per il versamento della prima metà del contributo sia meglio stabilire il 31 luglio.

L'Assemblea approva le suddette proposte.

Ferraris all'art. 18 ricorda esservi una disposizione statutaria, la quale è opportuno venga qui inclusa, e quindi propone la seguente redazione:

" La Presidenza Centrale giudica sull'accettazione dei lavori comunicati " per la pubblicazione negli atti, salvo il diritto dell'autore di provocare " la deliberazione del Consiglio generale a norma dell'art. 19 dello statuto, comma *h*, ecc. „

Ritiene poi che si deve esplicitamente stabilire che non si possano pubblicare i lavori non comunicati previamente in una riunione di sezione o nell'Assemblea generale. Se la pubblicazione negli *Atti*, dei lavori idonei tardasse oltre un certo limite di tempo si deve lasciare che l'autore rimanga libero, di farli pubblicare anche altrove.

L'Assemblea approva.

Segre fa osservare che il 1° comma dell'art. 20 si trova nello statuto. Per quanto riguarda la Biblioteca fu già votato un ordine del giorno in questa stessa adunanza; ma, supposto che venga in vigore la proposta della Presidenza centrale, crede che le Sezioni non possono assumere il servizio, di cui è cenno all'art. 28.

All'art. 31 poi devesi, per evitare ogni possibile equivoco, dire:

" I soci studenti hanno diritto al prestito dei libri della Biblioteca " centrale, ecc. „

L'Assemblea approva.

Il **Presidente** pone in votazione il Regolamento con le modificazioni ed aggiunte, state approvate.

L'Assemblea lo approva all'unanimità.

Il Segretario
Ing. E. Segre.

Digitized by Google

Adunanza del 12 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Adesione all'ordine del giorno votato dalla Sezione di Genova, in merito alla proposta di legge dell'on. De Seta sull'esercizio della professione d'ingegnere;
2. Discussione del questionario, proposto dal Comitato esecutivo del X Congresso degli ingegneri in Cagliari, sulla riforma delle Scuole di applicazione;
3. Proposta di nomina di una Commissione per esaminare l'ultimo progetto d'impianto idro-elettrico municipale, approvato dal Consiglio comunale;
4. Proposta che l'Associazione studi il modo di semplificare ed uniformare le pratiche per l'istallazione delle linee elettriche specialmente per gli attraversamenti delle ferrovie, linee telefoniche e telegrafiche, canali e strade.

Presiede il vicepresidente ing. **Ettore Thovez,** funge da segretario l'ingegnere Emilio Silvano.

Il **Presidente** comunica un ordine del giorno votato dalla Sezione di Genova sopra la questione degl'ingegneri elettricisti laureati in Università estere, sorta in considerazione del progetto di legge presentato dall'onorevole De Seta sullo stato della professione degl'ingegneri.

La Sezione di Genova propone che essa sia considerata dalla intera Associazione e la Sede centrale in conseguenza ha chiesto di provocare un voto della Sezione di Torino.

Hess ritiene che finchè in Italia non ci siano scuole che formino gli ingegneri elettricisti la proposta De Seta sia prematura; qui non possiamo discutere quel progetto, quindi propone che si aderisca all'ordine del giorno di Genova.

Ferraris. Il progetto De Seta riguarda soltanto le cariche governative, ma proibisce di portare il titolo d'ingegnere a chi non ha conseguito diploma in Italia.

Cornaro osserva che in Italia gli ufficiali superiori del Genio hanno facoltà di chiamarsi ingegneri. Ritiene che convenga studiare se chiedere che sia revocata quella disposizione di legge, oppure siano autorizzati anche gli ufficiali di artiglieria: e che si tenga conto delle consuetudini estere per ottenere un trattamento analogo a quello che hanno fuori gl'ingegneri italiani, rispettando il diritto di tutti quelli che hanno una laurea regolare.

Hess non crede che devano poter portare il titolo d'ingegnere tutti quelli che lo hanno dall'estero ma solo quelli che posseggono un diploma regolare.

Cornaro ricorda che a Zurigo e a Liegi vi sono due corsi, inferiore e superiore, e che si chiamano ingegneri diplomati di entrambi; forse si potrebbe tentare un accordo internazionale. Gli ufficiali del Genio di un certo grado oltre poter portare il titolo d'ingegnere ne sono diplomati a Liegi si chiamano anche elettricisti. Da noi è troppo ristretta l'ammissione alle

Digitized by Google

scuole di elettrotecnica e occorrerebbe che tutti avessero facoltà di sottoporsi ad esami comprovanti l'idoneità a frequentare quei corsi.

Arigo vorrebbe si prendessero disposizioni analoghe a quelle vigenti per l'esercizio della medicina.

Ferraris osserva che gli ufficiali i quali seguono i nostri corsi di elettrotecnica, anche se prendono il diploma, non perciò sono autorizzati a portare il titolo d'ingegnere. Trova che quindi non si devono autorizzare quelli che sono diplomati all'estero.

Morra crede che non si possa autorizzare legalmente il titolo.

Thovez ricorda che qui si deve limitare la discussione all'ordine del giorno di Genova; d'altra parte non crede opportuno creare una laurea di ingegnere elettricista.

Ferraris è contrario alla sostanza dell'ordine del giorno in discussione e crede che si dovrebbe stabilire per legge che le lauree riportate in Istituti esteri equipollenti ai nazionali siano parificate alle lauree italiane per quegli Stati nei quali a questo si usi parità di trattamento. Propone un ordine del giorno in tale senso.

Cornaro, per ragioni di opportunità, propone il rinvio della questione.

Ferraris ritira il suo ordine del giorno.

L'Assemblea approva il rinvio perchè la questione sia meglio approfondita.

Il **Presidente** comunica che la Sede Centrale ha chiesto il parere della Sezione sul questionario proposto dal Comitato esecutivo del X Congresso degl'ingegneri in Cagliari sulla riforma degli studi d'ingegneria.

Ferraris osserva che la Società degl'ingegneri e degli architetti in Torino ha già recentemente studiato l'argomento ed approvata la relazione di una Commissione della quale facevano parte parecchi fra i più competenti soci della Sezione.

Propone di mandare tale relazione alla Sede Centrale come risposta al questionario.

Thovez è favorevole alla proposta Ferraris.

Morra ritiene che non si possa adottare una risposta che non tutti i soci della Sezione conoscono. Crede si deva nominare una Commissione per lo studio di essa.

Verole si associa a Morra e propone che la Commissione sia nominata dalla Presidenza.

L'Assemblea approva e dà mandato alla Presidenza di nominare la Commissione.

Silvano dà ragione della proposta di un ulteriore studio dell'impianto idro-elettrico municipale, che dovrà essere strettamente obbiettivo.

Arigo osserva che la parte tecnica e la parte economica hanno entrambe importanza; crede utile la discussione di tutti i dati dell'impianto.

Thovez crede che la Commissione dovrebbe esaminare a fondo tutta la questione per rendersi conto di ogni condizione. senza preoccuparsi d'influire direttamente sulle deliberazioni del Consiglio comunale.

Digitized by Google

Cornaro ha seguito la discussione in Consiglio ed ha avuto l'impressione che l'intenzione sia di attirare a Torino una grande quantità d'industrie. Dubita che sia conveniente fare un altro studio.

Ferraris non crede alla opportunità di tale studio; l'esame tecnico non è più opportuno e quello economico è già stato fatto. Il problema sarebbe quello di vedere cosa si potrà fare dell'impianto eseguito ma ora per ciò è troppo presto.

Soleri crede troppo tardi studiare la questione economica perchè già decisa dal Consiglio comunale.

Thovez crede si sia in tempo perchè non sono ancora esaurite le pratiche per eseguire l'impianto.

Arigo ritiene si deva fare subito lo studio.

Cornaro. La maggioranza del Consiglio comunale ha approvato per un principio di economia politica; ritiene che la Sezione non avrà autorità per cambiare quelle opinioni, tanto più che è invalsa la credenza che l'Associazione tenda a proteggere le Società esercenti.

Thovez crede probabile che non si cambino quelle opinioni, ma sia bene tuttavia pronunciarsi. Quanto alla credenza che l'Associazione difenda le Società, basta osservare che se il Municipio avesse adottato la linea di condotta suggerita l'anno scorso dalla Commissione ed approvata dall'Assemblea, le Società ne avrebbero avuto gravissimo danno.

Mette ai voti la proposta, avvertendo che intende lasciare all'Assemblea la nomina eventuale della Commissione.

L'Assemblea approva la proposta con 11 voti favorevoli e 8 contrari. Thovez e Silvano si astengono.

Silvano dà ragione della proposta che l'Associazione studi il modo di semplificare e uniformare le pratiche per l'installazione delle linee elettriche, all'ordine del giorno.

Ferraris approva la proposta e crede opportuno che prima si faccia uno studio dalla Sezione per mezzo di apposita Commissione e quindi si trasmetta alla Sede centrale perchè tutta l'Associazione se ne occupi.

L'Assemblea approva e dà mandato alla Presidenza di nominare la Commissione.

Per il Segretario
Ing. E. SILVANO.

Adunanza del 21 giugno 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Relazione della Commissione incaricata di studiare la riforma dell'ufficio nazionale della proprietà industriale.

All'adunanza prendono parte la **Società degl' Ingegneri e degli Architetti** e l'**Associazione Chimica Industriale,** formanti con la sezione di Torino della A. E. I., la Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche.

Digitized by Google

Il **Presidente** comunica numerose adesioni di onorevoli Senatori e Deputati, i quali si scusano di non poter intervenire, causa impegni imprescindibili per una speciale circostanza di questa stessa sera. Fa quindi dare lettura del verbale dell'adunanza 23 aprile 1903.

Il **Presidente** comunica che la Commissione, di cui è cenno nell'ordine del giorno votato in detta adunanza, venne composta dai signori onorevoli Paolo Boselli, prof. Angelo Reycend, ing. Carlo Barzanò, ing. Giacomo Salvadori, ing. Vittorio Sclopis, ing. Vincenzo Soldati, avv. Edoardo Bosio, ing. Mario Capuccio, ing. Enrico Segre. La Commissione poi elesse a suo presidente l'ing. V. Sclopis, a relatore l'ing. Mario Capuccio e a segretario l'ing. E. Segre. Dà quindi la parola al relatore Capuccio.

Capuccio legge la relazione all'ordine del giorno, accolto alla fine da caldi applausi.

Sclopis riassume quanto fu operato dalla Commissione; comunica una relazione della Commissione nominata allo stesso scopo dal Collegio degli Ingegneri di Milano e l'ordine del giorno approvato dallo stesso Collegio, esprimente voti collimanti con i nostri, nonchè un ordine del giorno del Collegio Italiano degl'Ingegneri consulenti in materia di proprietà industriale di Firenze, con il quale si manifestano identici desiderî. Propone quindi il seguente ordine del giorno:

" Considerato che S. E. il ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio, " nella stessa sua lettera, in data 4 marzo 1905, ha riconosciuto necessario " modificare l'Istituto della Proprietà Industriale;

" Ritenuto che nelle finalità i voti in proposito del Collegio degl'In- " gegneri di Milano collimano coi voti qui espressi;

" Richiamati i memoriali in data 7 aprile e 25 agosto 1904;

" L'assemblea fa voti:

" Che i Presidenti del Collegio degl'Ingegneri di Milano e delle So- " cietà Federate di Torino, i quali si aggregheranno i soci competenti in " materia, interessando i presidenti delle Camere di Commercio, i Senatori " e i Deputati, provochino un'azione concorde allo scopo di ottenere che il " Ministro nomini una Commissione di competenti, la quale studi e proponga " le risoluzioni atte a risolvere il grave problema che interessa vivamente " la scienza e l'industria nazionale. „

Presidente. Nessuno domandando la parola pone in votazione l'ordine del giorno proposto dalla Commissione.

L'assemblea approva all'unanimità.

Il Segretario
Ing. E. Segre.

Digitized by Google

AGGIUNTA ALL'ELENCO DEI SOCI

Soci ammessi dal 1° maggio al 30 giugno 1905

SEZIONE DI BOLOGNA.

SOCI INDIVIDUALI.

Magrini Silvio, via Borgoleoni, 76, Ferrara.

SEZIONE DI FIRENZE.

SOCI INDIVIDUALI.

Baldini conte Domenico, via della Colonna, 2, Firenze.

SEZIONE DI MILANO.

SOCI INDIVIDUALI.

Belluzzo ing. Giuseppe, via Paolo Frisi, 1, Milano.
Cavalletti ing. Paolo, Corso Romana, 13, Milano.
Izar ing. Angelo, via Milazzo, 14, Milano.
Romeo prof. Nicola, Foro Bonaparte, 35, Milano.

SEZIONE DI PADOVA.

SOCI INDIVIDUALI.

Minari ing. Giuseppe, via Viola, Udine.

SEZIONE DI ROMA.

SOCI INDIVIDUALI.

Fossa Mancini ing. Carlo, Jesi (Ancona).
Montel ing. Alfredo, Corso Vittorio Emanuele, 209, Roma.

Soci esistenti al 30 aprile 1905		N. 1126
Soci ammessi dal 1° maggio al 30 giugno 1905	individuali „	9
	collettivi „	—
	studenti „	—
TOTALE al 30 giugno 1905		N. 1135

Prof. Moisè Ascoli, *Redattore-responsabile*

Roma - Tip. dell'Unione Cooperativa Editrice - Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

NOTIZIE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

E

Verbali delle Sedute delle Sezioni

SEDE CENTRALE.

CONSIGLIO GENERALE.

Adunanza del 9 luglio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Convocazione dell'assemblea generale.
3. Nomina di un revisore dei conti, in sostituzione dell'ingegnere G. Ciampi defunto.
4. Escursioni dell'A. E. I.
5. Regolamento generale.
6. Consuntivo 1904.
7. Commissione internazionale per la standardizzazione.

La seduta si apre alle ore 15.

Sono presenti: il Presidente prof. **Ascoli,** il cassiere comm. **Lattes,** il segretario ing. **Salvadori.**

Per la Sezione di Firenze l'ing. **Sizia** con regolare delega per la rappresentanza del collega ing. **Corsini.**

Per la Sezione di Genova l'ing. **Buffa** autorizzato a rappresentare il collega ing. **Anfossi.**

Per la Sezione di Napoli l'ing. **Bonghi** e l'ing. **Carelli.**

Per la Sezione di Roma gli ingegneri **Gentili, Revessi** e il cav. **Reggiani.**

Mancavano i rappresentanti delle Sezioni di Bologna, Milano, Padova, Palermo e Torino.

L'ing. **Merizzi** di Milano, scusando l'assenza, ha fatto pervenire alla Presidenza una delega in bianco, ma non essendo presente alcun delegato di Milano non se ne tiene conto.

I delegati **De Benedetti, Ferraris, Oliva** di Torino scusano la loro assenza.

Digitized by Google

1. Comunicazioni della Presidenza.

a) Commissione per le unità e contatori elettrici.

Presidente, dopo due parole di benvenuto ai colleghi che intervennero a questa riunione convocata in stagione poco opportuna per le ragioni che saranno dette, riferisce sul lavoro dell'Associazione in relazione all'argomento interessante dell'ingerenza governativa sulle unità e sui contatori elettrici. Ricorda come il Governo, in seguito ad un voto emesso dal Senato, nominò una Commissione con l'incarico di studiare quali possono essere i provvedimenti legislativi da prendere in relazione alla definizione delle unità elettriche e alla garanzia da dare al pubblico sulle indicazioni dei contatori elettrici.

Questa nomina provocò tra gli esercenti industrie elettriche una certa agitazione pel timore che questi provvedimenti potessero costituire un pericolo grave al libero svolgersi delle industrie. La Sede centrale della nostra Associazione accolse ben volentieri la proposta di nominare un'altra Commissione che studiasse la questione e preparasse un pro-memoria da presentarsi alla Commissione governativa ed al Governo; anzi la Presidenza, per meglio salvaguardare gli interessi degli industriali, si è messa in rapporti diretti con S. E. il Ministro dell'agricoltura, industria e commercio onde ottenere che, prima di qualsiasi conclusione, fosse inteso il parere della nostra Associazione. Ciò fu ottenuto, ed i lavori della Commissione governativa furono sospesi.

La Commissione nostra fu convocata in riunione plenaria il 22 gennaio scorso e dopo lunga discussione alla quale presero parte molti dei numerosi membri intervenuti, fu presa la decisione di nominare una Sottocommissione, la quale facesse il lavoro preparatorio presentando una relazione da distribuirsi agli altri membri come base di discussione nelle future adunanze plenarie. Questa Sottocommissione riuscì composta dei colleghi Ferraris, Mengarini, Montrè, Motta, Panzarasa, Pinna e Semenza, ma non ostante che varie sedute si siano tenute, ancora la relazione desiderata non si è avuta.

Il Presidente sperava che questa Sottocommissione avrebbe esaurito il suo mandato in tempo per convocare la Commissione e il Consiglio generale negli stessi giorni, giacchè vari membri dell'un consesso lo sono anche dell'altro; ma per quanto abbia tardato ciò non è stato possibile. Questa la ragione dell'indugio della convocazione del Consiglio.

Si spera che la Sottocommissione completi il mandato affidatole presto, in modo che la convocazione della Commissione possa aver luogo prima della riunione generale dell'Associazione. La Commissione governativa attende il nostro memoriale, ma non possiamo pretendere che l'attesa duri indefinitamente.

Ing. **Bonghi** propone si emetta un voto acciocchè il Consiglio generale faccia vive istanze a questa Sottocommissione perchè solleciti quanto più sarà possibile l'esaurimento di questi primi studi.

Digitized by Google

Tutti sono concordi nel ritenere opportuno questo voto in conseguenza dell'importanza e dell'urgenza della soluzione di sì grave questione.

b) Norme di sicurezza per gli impianti elettrici.

Presidente. L'attuale Presidenza centrale ha ricevuto la questione in questo stato: dall'assemblea generale di Roma fu proposta la nomina d'una Commissione con missione di fiducia per preparare le norme definitive. Questa Commissione si è riunita a Torino nel 1902 ed ha nominato una Sottocommissione la quale *non* iniziò subito i suoi lavori, sebbene qualche suo membro si occupasse della questione. Eletto presidente, io provocai la riunione della Sottocommissione, ma senza risultato. Allora io mi decisi a pregare personalmente qualche membro della Sottocommissione perchè volesse preparare uno schema su cui iniziare la discussione e l'invito fu accettato dall'ing. Panzarasa. Ma pare che questo lavoro, all'atto pratico, presenti delle difficoltà eccezionali, giacchè ancora non è stato completato.

Ing. **Bonghi** domanda se non si potrebbe sciogliere la Sottocommissione.

Presidente. Ciò non può avvenire che per voto della Commissione plenaria, la quale ha nominato la Sottocommissione.

Ing. **Bonghi** crede conveniente di mettere all'ordine del giorno dell'assemblea generale prossima questo capitolo: " Provvedimenti relativi alla Sottocommissione per le norme di sicurezza. „

Ing. **Carelli** propone invitare la Commissione ad elaborare lo schema richiesto, tenendo presenti i regolamenti già esistenti, senza attendere oltre il lavoro della Sottocommissione.

Presidente crede che il meglio a fare sia di scrivere ai singoli membri della Sottocommissione per far loro sapere che la questione sarà sottoposta all'assemblea generale. Osserva però che la questione può ora entrare in una nuova fase per la ragione della nomina della Commissione internazionale per la " standardizzazione „ che ha vari punti di contatto con la questione delle norme di sicurezza.

c) Standardizzazione del materiale elettrico.

Presidente. Questa questione forma argomento dell'ultimo numero dell'ordine del giorno; ma, approvandolo il Consiglio, torna opportuno a discuterla ora. La questione fu trattata a lungo in America, in Inghilterra ed anche in Germania, non soltanto dagli elettricisti, ma anche da altri ingegneri specialisti. Essa fu già portata al Congresso di St-Louis l'anno passato. In questo Congresso fu formata una " Camera dei delegati ufficiali „; essa si intrattenne principalmente sopra due questioni: l'una quella delle unità elettriche che non è stata mai chiusa perchè i nuovi studi danno sempre risultati alquanto discordanti dai precedenti; l'altra quella della " standardizzazione. „ In questa Camera dei delegati l'Italia era rappresentata da quattro membri. Per la questione delle unità fu proposto di nominare una Commissione permanente internazionale, e questo può interessare

Digitized by Google

noi, in quanto che i deliberati della Commissione internazionale dovranno servir di base ai provvedimenti legislativi che il nostro Governo intenderà di proporre in seguito ai lavori della Commissione nominata dal Ministero d'agricoltura. Anche per la questione della standardizzazione, si voleva da alcuni nominare una Commissione internazionale, ma poi prevalse il parere appoggiato dai delegati italiani di non fare intervenire i Governi e invece interpellare le varie Associazioni tecniche, le quali avrebbero di loro iniziativa promosso la nomina di una Commissione internazionale operante senza mandati ufficiali governativi.

Dalle singole relazioni che ho ricevuto, non si capisce ancor bene che cosa si sia finora fatto: si domanda che la nostra Associazione provveda, ma non è ben chiaro in qual senso. A me pare che l'A. E. I. non possa rifiutarsi di prender parte a questo lavoro, al quale viene chiamata, per cui pongo in discussione la proposta di aderire a questa Commissione, mandando almeno un delegato.

Ing. **Bonghi.** Io credo la questione della standardizzazione molto complessa ed intimamente legata con lo sviluppo dell'industria nei nostri paesi. Io so che se il mercato americano non ci ha ancora invaso dei suoi prodotti, molto si deve al fatto che i loro tipi *standard* non trovano sempre il campo adatto al loro impiego, e per questo capisco benissimo che gli Americani insistano molto sopra questa questione. Secondo me, noi siamo ancor molto giovani, industrialmente parlando, per sentire beneficio dalla standardizzazione.

Presidente. Osservo che prender parte ad una Commissione vuol dire unirsi ad altri per studiare una questione; ma non vuol dire assumere impegno alcuno riguardo ai suoi deliberati.

Ing. **Bonghi** enumera molte ragioni contro l'opportunità della standardizzazione e finisce con l'accettare la nomina del delegato per la Commissione, purchè tutto sia fatto senza intervento governativo.

La discussione si prolunga con ulteriori osservazioni del cav. Reggiani, degli ingegneri Carelli e Buffa, e si finisce col deliberare di prender parte a questa Commissione con uno o più delegati scelti tra gli industriali, senza con ciò prendere alcun formale impegno di adottare un qualsiasi regolamento che venisse votato.

Si ritiene sia il caso di disporre la somma necessaria per le spese di viaggio dei nostri delegati.

d) Proposta della Sezione di Genova a proposito del progetto di legge on. Di Seta.

Il **Presidente** legge l'ordine del giorno votato dalla Sezione di Genova, dietro proposta dell'ing. Buffa, ed avverte che la questione è fra le comunicazioni, non perchè occorra discuterla, ma perchè è bene che il Consiglio sia informato del metodo tenuto per interrogare le Sezioni sull'argomento e dei risultati che l'ampia discussione avutasi nelle varie Sedi ha fornito.

Digitized by Google

In conseguenza fa una minuta relazione delle discussioni e dei conseguenti voti delle Sezioni di Torino, Palermo, Napoli, Firenze, Bologna.

Per la Sezione di Roma, il comm. **Lattes** fornisce alcune notizie e spiega come la Commissione nominata non abbia fatto a tempo a discutere completamente l'argomento.

Il Consiglio non crede di portare la questione all'assemblea generale, ma ritiene opportuno comunicare alle varie Sezioni il voto di quella di Bologna che compendia assai bene i concetti espressi dalle diverse Sezioni.

e) Questionario proposto dal Congresso di Cagliari.

Dopo breve discussione sull'argomento si decide di lasciar sospesa la questione.

f) Riforma dell'Ufficio della proprietà industriale.

Il **Presidente** spiega come questo Ufficio, sempre dipendente dal Ministero dell'industria e commercio, sia stato fino al 1884 affidato al Museo Industriale a Torino e che ora da una Commissione nominata dalle Società tecniche di Torino sia stato emesso un voto perchè colà venga di nuovo riportato. Pur lamentando le condizioni nelle quali questo Ufficio importante è ridotto attualmente al Ministero, non crede che la proposta di riportarlo a Torino sarà accolta con favore. La Commissione torinese, del resto, fa voti per una soluzione soddisfacente in genere. Il Consiglio non deve discutere la questione, ma giudicare se sia opportuno di portarla all'assemblea generale onde sia emesso un voto al riguardo.

Il Consiglio, associandosi a quanto il presidente ha esposto, dà incarico all'ing. Gentili di riferire all'assemblea su questa questione, onde iniziare la discussione.

g) Ricordo dell'escursione in America.

Il **Presidente** comunica che, in conformità del deliberato dell'assemblea generale di Bologna, la nostra Associazione ha inviato alla consorella americana un'artistica targa in argento, insieme alla medaglia d'oro, che i soci intervenuti alla escursione deliberarono di offrire all'attuale presidente dell'American Institute, ing. J. W. Lieb, che fu l'anima di così cordiali accoglienze. Sì l'uno che l'altro ricordo sono riusciti vere opere d'arte, a giudizio dei competenti, e non poteva essere a meno se si riflette che la direzione del lavoro fu assunta, con cortesia squisita, dall'insigne artista prof. L. Pogliaghi, autore delle nuove porte in bronzo del duomo di Milano.

La targa di argento ha e dimensioni di centim. 55×40, del peso di kg. 12.034 ed è incastonata in una tavola di marmo scuro, che costituisce una indovinatisssima cornice. La medaglia d'oro ha il diametro di 6 centimetri ed il peso di 150 grammi.

I convenuti approvano l'operato del presidente, ringraziandolo per la straordinaria contribuzione prestata acciocchè la nostra Associazione acquisti sempre maggior prestigio anche all'estero.

Digitized by Google

h) Voto della riunione generale di Napoli.

Ing. **Bonghi.** Domanda cosa sia stato fatto dalla Presidenza in relazione all'ordine del giorno votato dall'assemblea di Napoli, riflettente il regolamento per l'applicazione del testo unico della legge sui telefoni.

Presidente. Come fu detto nella relazione della Prssidenza, all'ultima assemblea generale, le pratiche furono sospese in attesa che fossero iniziati dal Ministero gli studi per l'annunciata revisione della legislazione. Ora che pare questi studi debbano concretarsi, il voto dell'assemblea di Napoli sarà portato al Ministro delle poste e telegrafi.

2. Convocazione dell'assemblea generale.

Presidente. Ricorda che nell'assemblea di Bologna fu designato Firenze come luogo per la prossima riunione annuale, in seguito ad invito cortese di alcuni soci di quella sezione. Nel periodo di tempo trascorso, la proposta si è andata sempre più concretando, ed ora il Consiglio generale deve prenderla in considerazione.

I presenti sono lieti di poter accettare il cordiale invito, e stabiliscono che la riunione incominci l'8 ottobre.

Ing. **Sizia.** Desidererebbe avere un'idea del programma per poter riferire alla sua sezione.

Presidente. Crede dover seguire le consuetudini fissate dalle riunioni precedenti, e perciò stabilire in massima *due* giorni per le sedute, e altri *due* giorni per visite e gite negl'immediati dintorni della città, il resto poi dev'essere lasciato alla iniziativa della sezione, raccomandando semplicità e modestia, che nulla tolgono alla sincerità e alla cordialità delle accoglienze.

3. Nomina di un revisore dei conti.

Presidente. Per la dolorosa perdita del socio ing. Cesare Ciampi, occorre nominare un revisore de' conti. Tale nomina spetterebbe all'assemblea generale; ma per necessità occorre che i revisori facciano la loro relazione prima della convocazione. La nomina sarà sottoposta all'approvazione dell'assemblea.

Viene eletto il comm. Dell'Oro.

4. Escursioni all'estero.

Presidente. Nell'ultima riunione del Consiglio generale fu ventilata l'idea di organizzare una escursione sociale a Liegi, dove si tiene un'importante esposizione.

Fino ad ora la Presidenza è stata molto occupata per le conseguenze del viaggio in America e non ha potuto organizzare nulla; d'altronde non è necessario che questi viaggi si facciano ogni anno. Del resto trattandosi di cosa assai più facile del viaggio in America, se il Consiglio lo crede, si è ancora a tempo di provvedere.

Il Consiglio delibera di desistere quest'anno da organizzazioni del genere, rimandando il progetto a quest'altro anno.

Digitized by Google

5. Regolamento generale.

Presidente. Ricorda che questo regolamento fu realmente approvato dal Consiglio nella seduta del 10 ottobre 1903 a Napoli, ma l'ing. Bertini e l'assemblea approvò, che si sentisse il parere delle sezioni, e si deliberasse in base a questo.

Le sezioni furono interrogate e quasi tutte hanno risposto. Le osservazioni e modificazioni fatte ai diversi articoli, esclusi quelli relativi alla biblioteca, sono tali che risulta facile tenerne conto per compilare il regolamento definitivo.

Propone perciò di scindere il regolamento in due parti: la prima, *regolamento generale*, si può approvare oggi; la seconda, *regolamento della biblioteca*, sarà portata di nuovo all'assemblea generale, sebbene oggi le sezioni che espressero parere contrario alla proposta della Presidenza, sieno rappresentate da un solo delegato.

Il Consiglio approva questa divisione.

Il **Presidente** pone in discussione il regolamento generale, articolo per articolo, leggendo per ciascuno le modificazioni proposte dalle diverse sezioni. Queste vengono per la massima parte accettate. Dopo ciò il Consiglio delibera la pubblicazione del regolamento generale, il quale entrerà immediatamente in vigore.

Approvato il regolamento generale, il **Presidente** crede opportuno tornare sulla questione della biblioteca, per mettere in chiaro le ragioni della proposta della Presidenza, ritenendo che nelle sezioni (Genova, Milano, Torino) che non le hanno approvate, la questione non sia stata posta ne' suoi veri termini, cosa che si spiega facilmente, perchè la discussione è avvenuta in assenza di chi ha fatto la proposta: di modo che è avvenuto che non si tenne conto delle ragioni addotte in favore, nè delle molte altre che si possono addurre, per le quali il presidente crede necessario insistere nel respingere il concetto della suddivisione permanente del materiale. Esposte le ragioni di questa sua convinzione, il presidente crede opportuno di non venire ora ad alcuna deliberazione, anche per non approfittare della circostanza che l'opinione contraria alla sua è oggi rappresentata da un solo delegato. La questione sarà portata alla prossima assemblea generale.

6. Consuntivo 1904.

Il cassiere comm. **Lattes** presenta il consuntivo 1904.

È approvato senza discussione.

7. Commissione internazionale per la standardizzazione.

L'importante argomento è già stato esaminato e discusso nelle comunicazioni della Presidenza.

La seduta è tolta alle ore 19.30.

Il Segretario generale
R. Salvadori.

Il Presidente
M. Ascoli.

Digitized by Google

Adunanza del 7 ottobre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Biblioteca centrale.
3. Bilanci.
4. Modificazione dello statuto.

La seduta si apre alle ore 15.

Sono presenti i signori: Prof. **Ascoli,** ing. **Corsini,** ing. **De Benedetti,** ing. **Gentili,** ing. **Insoda,** prof. **Ferraris** e ing. **Salvadori.**

Si scusano con lettera, per il non intervento, i signori: **Ing. Civita,** ing. **Merizzi,** ing. **Oliva** e prof. **Zunini.**

Presidente. Dà il benvenuto ai colleghi. Passa quindi a fare le

1. Comunicazioni della Presidenza.

a) STANDARDIZZAZIONE DEL MATERIALE ELETTRICO.

La Commissione non è ancora definitivamente costituita; non tutte le Associazioni tecniche interpellate avendo risposto all'invito, ma dall'elenco ricevuto dal colonnello Crompton delle adesioni già ottenute si vede che la costituzione, pur non essendo molto prossima, non sarà molto lontana.

L'argomento è posto all'ordine del giorno dell'assemblea generale, e perchè la discussione possa essere esauriente è inviata agli enti interessati una circolare in accompagnamento di un estratto sulla relazione del professore Lombardi già pubblicata negli Atti.

b) LEGGE SUI TELEFONI.

In seguito all'ordine del giorno proposto dall'ing. Bonghi e votato dall'assemblea di Napoli, relativo alla protezione che la legge accorda agli impianti telefonici di fronte agli altri impianti elettrici, è stato scritto al Ministero poste e telegrafi, e si è ottenuto per risposta che l'argomento sarà studiato in occasione del rimaneggiamento prossimo di tal legge.

c) TASSA SULLA ENERGIA ELETTRICA.

Per un ordine del giorno proposto dal socio Bonghi e votato l'anno passato dall'assemblea generale, sono nate discussioni sopra i giornali tecnici che meritano un mio chiarimento in Consiglio, prima che se ne parli in assemblea. Tale ordine del giorno voleva la revoca di una circolare mandata dal Ministero competente agli uffici tecnici di finanza. Questo voto fu portato da me al Ministero delle finanze e il parere nella questione fu favorevole, se non che, avendo la Commissione centrale approvato il metodo fissato, occorreva che la Commissione centrale stessa cambiasse il deliberato,

Digitized by Google

il Ministero non credendo possibile prendere tale responsabilità. Di questa Commissione faccio parte anch'io e posso assicurare che molto fu discusso sull'argomento. Tutto non si è potuto ottenere, ma la nuova circolare in sostituzione della precedente è già un buon passo verso quanto si cercherà in seguito di ottenere. Occorre sia cambiata la composizione della Commissione, il che si ha fondata speranza possa avvenire presto.

d) Norme di sicurezza.

Domando che cosa crede il Consiglio si debba fare, perchè ormai è noto come sono andate e a che punto sono le cose. Sono tre anni che la Commissione è stata nominata, ma nulla o ben poco è stato fatto. Avrei desiderato che prima che scadesse questa Presidenza la questione fosse esaurita, ma temo di aver desiderato invano.

Ing. **Ferraris.** Desidererebbe si addivenisse alla nomina di una nuova Sottocommissione.

Ing. **De Benedetti.** Crede invece sia ormai passato troppo tempo e che sia perciò opportuno riportare la questione al parere dell'assemblea.

Ing. **Gentili.** Pensa che la colpa sia anche della Commissione e crede conveniente portare la questione all'assemblea.

Presidente. Non crede si possa portare la questione di massima all'assemblea.

Ing. **Ferraris.** Non vuole che la questione muoia, perchè essendo stato deciso che le norme debbono esser fatte, devono venire alla luce.

Presidente. All'assemblea dirò lo stato delle cose puramente e semplicemente. Vedremo cosa essa deciderà; ma mi opporrò alle proposte tendenti a ritornare sulla questione di massima.

e) Nomina dei revisori dei conti.

Il **Presidente** fa notare che l'ultima assemblea del triennio non sa come nominare i revisori dei conti non conoscendo la futura sede. È quindi necessario un provvedimento. Propone che l'assemblea deleghi la nomina alla sezione presso la quale si stabilirà la futura sede centrale.

Ferraris. Propone che si modifichi lo statuto in questo senso, portando la modificazione in votazione insieme a quelle poste all'ultimo numero dell'ordine del giorno.

Presidente. Accetta.

f) Proposte della Presidenza.

Il **Presidente** fa osservare che il prof. Pacinotti è stato fatto socio onorario di Associazioni estere, mentre nessuna distinzione speciale gli ha conferito la nostra Associazione. Intenderei perciò di proporre all'assemblea la nomina del prof. Pacinotti a nostro presidente onorario perpetuo.

Ing. **Ferraris.** Approvo, purchè ciò non voglia costituire un precedente.

Si approva.

Digitized by Google

2. Biblioteca centrale.

Presidente. Dichiara di nuovo che non può accettare la proposta della suddivisione permanente della biblioteca. La questione ha preso proporzioni maggiori del prevedibile e carattere di speciale gravità. Mi duole molto che una questione di questo genere minacci gravi scissure; d'altra parte portando la questione all'assemblea non potrà che sostenere la mia opinione: perciò io domando se non sarebbe preferibile di ritirare la proposta.

Ing. **Benedetti.** Senza entrare in merito, io sarei del parere del presidente, perchè mi pare molto doloroso che per ragioni di questo genere debbano nascere attriti.

Presidente. La nostra biblioteca ha acquistato notevole importanza. Mia è l'idea di distribuire i periodici, e non sarei contrario all'idea di prolungare anche di molto il tempo del prestito alle sezioni, ma non è possibile, secondo me, pensare a non riunire definitivamente le pubblicazioni in un luogo centrale. Non ripeterò le ragioni di ciò. Ritiro la mia proposta, ma nel senso che le pubblicazioni debbono tornare, sia pure provvisoriamente, alla sede centrale, perchè le cose tornino com'erano prima che io assumessi la Presidenza. La questione potrà essere definitivamente risolta dalla nuova Presidenza.

Prof. **Ferraris.** Accetto, e ringrazio il prof. Ascoli di avere così voluto evitare probabili attriti.

3. Bilanci.

Il **Cassiere** fornisce schiarimenti sui bilanci consuntivo 1904 e preventivo 1906, già distribuito ai soci, assieme alla relazione dei revisori dei conti.

Si approva di compartecipare, per quel che sarà necessario, alla spesa per la targa già mandata a nome dell'Associazione alla consorella americana.

Il Cassiere presenta inoltre uno specchio dimostrativo del movimento di cassa nei primi nove mesi dell'esercizio corrente, per essere distribuito all'Assemblea.

4. Modificazione dello statuto.

Presidente. Fa osservare che, evidentemente per dimenticanza, nello statuto si escludono dal Consiglio centrale i presidenti delle sezioni. Occorrerebbe proporre all'assemblea la opportuna modificazione.

Si approva senza discussione.

Presidente. Domanda se il Consiglio crede conveniente aumentare il numero dei vicepresidenti, e dice le ragioni che lo consiglierebbero.

Il Consiglio ritiene preferibile non prendere per ora alcuna deliberazione in proposito.

La seduta è tolta alle ore 18.

Il Presidente
M. Ascoli.

Il Segretario generale
R. Salvadori.

Digitized by Google

Invito dell'Institution of Electrical Engineers di Londra.

Il 7 novembre u. s. venne diramata ai membri del Consiglio Generale la seguente circolare:

" *Egregio Collega,*

" Mi pregio comunicarle una lettera in data 30 ottobre u. s. diretta al nostro segretario generale dal segretario dell'Institution of Electrical Engineers di Londra, con la quale, per incarico del Presidente e del Consiglio, l'Associazione Elettrotecnica Italiana è ufficialmente invitata a visitare l'anno prossimo la Gran Bretagna.

" È questa un'occasione per continuare le nostre escursioni all'estero felicemente iniziate con quella del 1904; perciò credo che si debba accogliere favorevolmente il cortese e simpatico invito. Ma, volendo rispondere a nome dell'intero nostro Consiglio, desidero avere il voto di questo, anche in vista del prossimo rinnovamento della Presidenza Centrale.

" Prego perciò la S. V. di volermi esprimere il suo parere in proposito non più tardi del giorno 14 corrente. „

" Ecco la traduzione della lettera:

" In seno al Consiglio dell'Institution of Electrical Engineers da qualche tempo si è manifestato il crescente desiderio, condiviso da tutti i membri, d'invitare in un prossimo futuro le Associazioni Elettriche sorelle di Europa e di America a visitare il nostro paese e ad accettare l'ospitalità dell'Institution Britannica. Questo desiderio è ora accresciuto dal gradito ricordo delle cordiali accoglienze ricevute negli ultimi anni dall'Institution in occasione delle sue diverse visite all'estero e della generosa e calorosa ospitalità di cui poterono sempre godere quei membri che ebbero la fortuna di prendervi parte.

" Il Presidente ed il Consiglio dell'Institution of Electrical Engineers, dopo presi gli accordi preliminari, hanno ora l'onore d'invitare colla maggior cordialità i membri dell'Associazione Elettrotecnica Italiana a visitare la Gran Bretagna nel 1906 come ospiti dell'Institution. Il programma è ora stabilito solo nelle sue linee generali; ma s'intende di comprendervi una permanenza di circa una settimana in Londra per visitarvi le centrali e i luoghi d'interesse tecnico e per organizzare trattenimenti ed escursioni nelle vicinanze. Un viaggio sarà poi fatto nei principali centri industriali del Regno Unito per un'altra settimana circa, onde offrire l'opportunità di visitare le imprese elettriche nel nostro paese.

" Mi preme aggiungere che, se la vostra Associazione accetterà l'invito, l'Institution non risparmierà alcuno sforzo per provvedere al *comfort* e al godimento dei vostri soci durante la loro permanenza. È sincera speranza del Consiglio che il massimo numero possibile dei vostri soci, colle loro signore, prendano parte al viaggio; l'Institution farà quanto è in suo

Digitized by Google

potere per rendere a visita tanto memorabile nei propri annali quanto essa sarà gradita ai propri membri.

" Si propone che le visite in Londra abbiano principio verso la fine di giugno del 1906.

" Contiamo che l'invito possa essere accolto favorevolmente dalla vostra Associazione e dalle seguenti:

" Société internationale des Electriciens;
" Elektrotechnischer Verein;
" Verband Deutscher Elektrotechniker;
" Schweizerischer Elektrotechnischer Verein;
" American Institute of Electrical Engineers;
" Canadian Electrical Association.

Firmato: " G. C. LLOYD
" *segretario.* „

" In attesa di suo cortese riscontro nel termine sopra indicato, le invio i più distinti saluti insieme all'espressione della massima considerazione.

" *Il Presidente*
" M. ASCOLI.

" *Il Segretario Generale*
" R. SALVADORI. „

Il Consiglio Generale ha approvato unanimemente. La deliberazione del Consiglio, insieme alle espressioni della più viva riconoscenza dell'A. E. I., fu comunicata all'Institution con lettera del 24 novembre 1905.

SEZIONE DI ROMA.

Adunanza del 17 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza;
2. Ing. Gentili: « Il fotometro Simmance-Abady »;
3. Resoconto di notizie:

Recenti progressi nella teoria degli elettroni - Sulla induzione mutua di due bobine - Materiali per resistenze Economia dei combustibili minuti - Generatore a corrente continua di 29,000 volt - Leghe magnetiche di metalli non magnetici - Trazione elettrica ferroviaria.

Presiede il Presidente **Giorgi.**

Il **Presidente** ricorda la deliberazione consigliare presa nell'ultima seduta circa la proposta di legge De Seta, e comunica che la Commissione è composta dei signori Mengarini comm. prof. Guglielmo, Lattes comm. ing. Oreste e Reggiani cav. Napoleone.

Digitized by Google

Dà quindi la parola all'ing. **Revessi,** il quale, in assenza dell'oratore all'ordine del giorno, comunica una nota sui progetti di linee aeree.

Il **Presidente** legge la sua comunicazione sul moto perturbato nelle condotture idrauliche a diametro variabile.

Fa quindi il consueto resoconto di notizie.

La seduta è tolta alle ore 23.15.

Il Segretario
Ing. F. Fiorentini.

Adunanza del 28 giugno 1905.

Ordine del giorno:

1. Comunicazioni della Presidenza;
2. Ing. Giorgi: « La propagazione elettrica nelle linee »;
3. Ing. Giorgi: « Sulla valutazione delle soluzioni nei problemi di elettrodinamica; »
4. Ing. Tosti: « I risultati della trazione elettrica nelle ferrovie varesine »;
5. Resoconto di notizie:
   Sull'uso del ferro negli strumenti a corrente alternante - Fluttuazioni di voltaggio nei generatori - Nuovo tipo di motori a repulsione - Metodi per la protezione delle linee dalle scariche atmosferiche.

Presiede il Presidente ing. **Giorgi.**

Il **Presidente** comunica l'ammissione dei nuovi soci signori ing. Alfredo Montel ed ing. Carlo Fossa-Mancini.

Comunica pure che alla Commissione per la proposta di legge De Seta (per desiderio espresso dal prof. Mengarini, che altrimenti avrebbe declinato l'incarico) ha aggiunto due nuovi membri nelle persone dei soci ingegnere Ulisse Del Buono e ing. Anastasio Anastasi.

Il cassiere **Lattes** pronuncia parole di compianto pel socio Leti, morto recentemente.

Il **Presidente** si associa.

Il consigliere **Ascoli** fa noto che la Sezione di Torino ha inviato alla Sede Centrale una comunicazione relativa al funzionamento dell'Ufficio Governativo per la proprietà industriale. La Presidenza pubblicherà questa comunicazione negli Atti, mantenendosi però estranea a qualsiasi proposta od apprezzamento che si possano essere espressi. La questione sarà portata certamente alla prossima assemblea generale, ed egli vedrebbe volentieri qualche socio della Sezione di Roma prendere parte alla discussione.

Il Presidente **Giorgi** espone in riassunto il suo lavoro sulla propagazione delle correnti, che verrà integralmente pubblicato negli Atti.

Tosti comunica numerosi dati e notizie sulle ferrovie elettriche varesine, facendoli seguire da confronti da lui istituiti fra la trazione elettrica e la trazione a vapore.

Il Segretario
Ing. F. Fiorentini.

Digitized by Google

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 24 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Conferenza del prof. ing. Michele Ferrero su « Le turbine a vapore ».

Presiede l'ing. **Vincenzo Soldati.**

Ferrero svolge l'argomento all'ordine del giorno, illustrando la Conferenza con numerose proiezioni di diagrammi e di dettagli costruttivi dei vari sistemi di turbo-motori.

L'assemblea numerosissima, la cui attenzione fu durante quasi tre ore incatenata dalla speciale competenza dell'autore e dalla chiarezza dell'esposizione, saluta alla fine l'oratore con vivissimi applausi.

L'adunanza viene levata alle ore 23.45.

Il Segretario
Ing. E. SEGRE.

Adunanza del 30 maggio 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Conferenza del socio ing. Elvio Soleri su l' « Elettricità alla Esposizione di St. Louis » illustrata da proiezioni luminose.
2. Votazione della proposta di nomina di una Commissione per esaminare l'ultimo progetto d'impianto idro-elettrico municipale, approvato dal Consiglio comunale.

Presiede il vice-presidente ing. **Ettore Thovez.**

Soleri svolge l'argomento all'ordine del giorno, interessando vivamente per quasi due ore il numeroso uditorio che lo saluta alla fine con caldi applausi.

Il **Presidente** ringrazia il conferenziere; fa quindi dar lettura del Verbale dell'adunanza 12 maggio.

Ferraris ricorda che, dopo la votazione avvenuta sulla proposta di un nuovo studio del progetto di impianto idro-elettrico municipale, egli aveva espresso riserve sulla validità di essa per deficienza del numero dei votanti. Avendo in seguito potuto verificare che realmente il Regolamento prescrive una seconda votazione, ha scritto in tale senso alla Presidenza.

Il **Presidente** riconosce esatta l'osservazione pel prof. Ferraris.

L'Assemblea approva quindi il Verbale con l'osservazione Ferraris.

Il **Presidente** avverte che non si può più discutere l'argomento, già esaurito nella seduta del 12, e che si deve soltanto procedere ad una nuova

Digitized by Google

votazione, la quale sarà valida qualunque possa essere il numero dei votanti. Però, sapendo che parecchi hanno manifestato la loro opposizione credendo inopportuno il momento attuale, ma non la proposta in sè stessa, chiede all'Assemblea se non sarebbe il caso di stabilire, per conciliare tutte le idee, che la eventuale Commissione riferisca quando lo riterrà opportuno.

Ferraris approverebbe se però si deliberasse che la suddetta Commissione riferisca quando in seguito a mutamento di circostanze o all'accadere di nuovi fatti, un'Assemblea lo richiedesse. Nelle condizioni attuali ritiene si deva far nulla.

Sclopis è d'avviso che un nuovo studio sia ora inopportuno.

Il **Presidente** non consente nei criteri del prof. Ferraris, che secondo il suo parere porterebbero la Commissione a non studiare affatto la questione. Poichè in questa adunanza non si deve rientrare, come ebbe già ad avvertire, nella discussione, invita l'Assemblea a votare la proposta come all'ordine del giorno.

L'Assemblea respinge la proposta con 18 voti contrarii e 8 favorevoli.

L'Adunanza è levata alle ore 23.30.

Il Segretario
Ing. E. Segre.

Adunanza del 11 luglio 1905.

Ordine del giorno:

Visita all'Impianto idro-elettrico della Cenischia.

Il giorno 11 luglio 1905 una numerosa comitiva di soci della Sezione, per gentile consenso della spettabile Società delle forze idrauliche del Moncenisio, fece una interessante gita nella valle Cenischia.

Pernottato al Cenisio con magnifico tempo, godettero una splendida mattinata alpina, discesero alla Novalesa percorrendo la zona dei cantieri della presa idraulica in Cenischia fino alla nuova centrale di Saluroglio, lungo la sede della tubazione che si sta posando in opera. Di là poi fino alla centrale della Novalesa, esaminando gli impianti per i trasporti di materiale e la centrale, che da un anno funziona regolarmente fornendo energia elettrica a Torino.

La Società delle forze idrauliche del Moncenisio volle offrire ai nostri soci uno splendido trattamento alla centrale della Novalesa; la gita ricca di soddisfazioni sia dal lato tecnico che dal turistico si chiuse egregiamente con un pranzo all'aria libera durante il quale, furono vivamente ringraziati la Società proprietaria dei grandiosi impianti, il suo Amministratore delegato ing. Emilio De Benedetti e, in special modo, l'ing. Barbieri, che fu l'anima organizzatrice della riuscitissima visita.

Il Segretario
Ing. E. Segre.

Digitized by Google

AGGIUNTA ALL'ELENCO DEI SOCI

Soci ammessi dal 1° luglio al 31 ottobre 1905

SEZIONE DI FIRENZE.

SOCI INDIVIDUALI.

Cecconi avv. Carlo, Via dello Scalo, 6, Firenze.
Magnani ing. Alessandro, Miniera del Cornacchino, Castellazzara (Grosseto).
Mannucci ing. Achille, Via dello Scalo, 4, Firenze.
Poggi ing. Leone, Via della Pergola, 14 *bis*.
Torseliini ing. Tullio, Borgo S. Lorenzo, 10, Firenze.

SEZIONE DI GENOVA.

SOCI INDIVIDUALI.

Costa Staricco ing. Francesco, Piazza Moreschi, 14, Genova.

SEZIONE DI NAPOLI.

SOCI INDIVIDUALI.

Guerreri ing. Antonino, Vico Lungo, Teatro Nuovo, Napoli.

SOCI STUDENTI.

Ruffolo Ernesto, Via Nuovo Capodimonte, 172, Napoli.

SEZIONE DI ROMA.

SOCI INDIVIDUALI.

Voltattoni ing. Mazzino, tenente di vascello, R. Marina, Roma.

SEZIONE DI TORINO.

SOCI INDIVIDUALI.

Giovanetti ing. Pietro, Via Pietro Micca, 12, Torino.
Macola ing. Gino, Via Alfieri, 22 Torino.
Trasciatti ing. Angelo, Corso Re Umberto, 12, Torino.

SOCI COLLETTIVI.

Società Nazionale delle Officine di Savigliano, Sede di Torino, Via XX Settembre, 40, Torino.

Soci esistenti al 30 giugno 1905		**N. 1135**
Soci ammessi dal 1° luglio al 31 ottobre 1905 . .	**individuali** „	**11**
	collettivi „	**1**
	studenti „	**1**
TOTALE al 31 ottobre 1905 . . .		**N. 1148**

Prof. Moisè Ascoli, *Redattore-responsabile*

Roma - Tip. dell'Unione Cooperativa Editrice - Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

NOTIZIE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

E

Verbali delle Sedute delle Sezioni

SEDE CENTRALE.

A) *Elezione della Presidenza generale dell'A. E. I. per il triennio 1906-1908.*

Riassunto dei verbali delle Sezioni.

1. Votazione per l'elezione del Presidente Generale (1° dicembre 1905).

COGNOME E NOME	Sezione di Bologna	Firenze	Genova	Milano	Napoli	Padova	Palermo	Roma	Torino	Totale generale
1. Jona ing. Emanuele . .	12	31	35	115	36	20	15	44	58	366
2. Lombardi prof. Luigi. .	1	..	..	1	6	..	..	2	..	11
Dispersi	1	1	..	6	2	2	2	2	3	18
Schede nulle o bianche	..	1	..	6	..	..	1	1	..	9
Votanti N.	14	33	35	128	44	22	18	49	61	404

2. Votazione per l'elezione dei tre Vice-Presidenti (1° dicembre 1905).

COGNOME E NOME	Sezione di Bologna	Firenze	Genova	Milano	Napoli	Padova	Palermo	Roma	Torino	Totale generale
Votanti N.	14	33	35	128	44	22	18	49	61	404
1. Ascoli prof. Moisè . . .	13	31	18	107	40	22	15	44	56	346
2. Piazzoli ing. Emilio . .	8	33	4	106	18	20	17	41	49	296
3. Morelli prof. Ettore. .	6	33	5	99	32	20	2	40	50	287
4. Bonghi ing. Mario . . .	1	..	.	2	24	..	2	1	1	31
5. Rumi ing. Saverio A. . .	..	..	29	..	..	..	..	..	..	29
6. Artom prof. Alessandro	4	..	1	..	..	..	13	1	3	22
7. Reggio on. Giacomo. . .	..	..	19	..	..	..	..	..	..	19
8. Donati prof. Luigi . . .	6	..	..	1	1	..	..	3	.	11
9. Ferraris ing. Lorenzo .	..	..	..	7	..	..	..	..	2	9
10. Jona ing. Emanuele . .	2	..	..	4	..	..	..	1	..	7
11. Lori prof. Ferdinando .	1	..	..	1	1	1	..	..	2	6
12. Piaggio ing. Carlo . . .	..	..	5	..	..	..	..	..	..	5
Voti dispersi N.	1	2	4	39	8	3	5	9	7	57
Schede bianche o nulle	..	..	20	18	8	..	..	7	13	87
Voti N.	42	99	105	384	132	66	54	147	183	1212

Digitized by Google

Si proclamano eletti:

Ing. **Emanuele Jona** (Milano), *Presidente*
Prof. **Moisè Ascoli** (Roma)
Prof. Ing. **Ettore Morelli** (Torino) } *Vice-Presidenti.*
Ing. **Emilio Piazzoli** (Palermo)

In seguito a ciò la Sede Centrale per il triennio 1906-1908 si trasferisce a Milano (via Tommaso Grossi, 2).

Roma, 2 dicembre 1905.

Il Presidente
M. Ascoli.

Il Segretario Generale
R. Salvadori.

3. Votazione per l'elezione del Segretario Generale e del Cassiere.

(15 dicembre 1905).

COGNOME E NOME	Sezione di Bologna	Firenze	Genova	Milano	Napoli	Padova	Palermo	Roma	Torino	Totale generale
Segretario Generale										
1. Semenza ing. Guido . . .	8	16	20	78	13	18	9	25	37	224
Voti dispersi	..	..	..	4	..	..	..	..	..	4
Schede bianche o nulle	..	1	..	3	..	..	..	1	..	5
Votanti N.	8	17	20	85	13	18	9	26	37	233
Cassiere Centrale										
1. Bianchi ing. Angelo. . .	8	16	20	77	13	18	9	22	37	220
Voti dispersi	..	..	..	2	..	..	..	2	..	4
Schede bianche o nulle	..	1	..	6	..	..	..	2	..	9
Votanti N.	8	17	20	85	13	18	9	26	37	233

Si proclamano eletti:

Ing. **Guido Semenza,** *Segretario Generale*
Ing. **Angelo Bianchi,** *Cassiere Centrale.*

Digitized by Google

In seguito alle votazioni del 1° e 15 dicembre l'ufficio di presidenza pel triennio 1906-1908 risulta così composto:

Presidente: Ing. **Emanuele Jona** (Milano);
Vice-Presidenti: Prof. **Moisè Ascoli** (Roma);
Prof. Ing. **Ettore Morelli** (Torino);
Ing. **Emilio Piazzoli** (Palermo);
Segretario Generale: Ing. **Guido Semenza** (Milano);
Cassiere Centrale: Ing. **Angelo Bianchi** (Milano).

Roma, 16 dicembre 1905.

Il Segretario Generale
R. Salvadori.

Il Presidente
M. Ascoli.

B) *Aggiunte allo Statuto.*

Risultato della votazione del 15 dicembre 1905.

		Sezione di									Totale generale
		Bologna	Firenze	Genova	Milano	Napoli	Padova	Palermo	Roma	Torino	
Votanti n. 163											
Aggiunta all'Articolo 11	favorevoli .	6	16	17	41	8	18	7	16	23	152
	contrari . .	1	..	..	2	1	..	..	..	5	9
	Schede bianche	..	..	..	..	2	..	..	..	..	2
Aggiunta all'Articolo 15	favorevoli .	6	15	17	41	8	18	7	15	23	150
	contrari . .	1	1	..	2	3	..	..	1	5	13

Avendo le due proposte riportato più dei due terzi dei voti si dichiarano approvate le seguenti aggiunte allo Statuto:

All'Art. 11. I Presidenti delle Sezioni sono di diritto consiglieri rappresentanti la propria Sezione nel Consiglio Generale.

All'Art. 15. L'Assemblea Generale, nell'anno in cui scade la Presidenza Centrale, nomina i revisori dei conti per l'esercizio in corso e, per l'esercizio successivo, ne delega la nomina alla Sezione presso la quale sarà stabilita la Presidenza durante il triennio successivo.

Roma, 16 dicembre 1905.

Il Segretario Generale
R. Salvadori

Il Presidente
M. Ascoli

Digitized by Google

CONSIGLIO GENERALE.

Adunanza del 7 ottobre 1905.

Ai nomi dei presenti a questa adunanza (v. fasc. 4°, vol. IX, pag. 68 *Notizie*) va aggiunto quello del comm. **Lattes.**

SEZIONE DI GENOVA.

Adunanza del 7 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Conferenza dell'Ing. P. Annovazzi sul « Funzionamento della lampada a vapore di mercurio di Cooper Hewitt ».
2. Comunicazione dell'Ing. G. Anfossi sopra il « Comportamento di due linee trifasi funzionanti in parallelo ».
3. Comunicazioni della Presidenza.

Presiede **Rumi** e sono presenti numerosi soci ed invitati.

Aperta la seduta il **Presidente** dà la parola all'ing. **Annovazzi** il quale, premessi alcuni cenni intorno alle ricerche del Cooper Hewitt, illustra il funzionamento delle lampade a vapore di mercurio e ne mostra un esemplare in funzione, concludendo con alcune considerazioni sulle possibili applicazioni del principio in esse applicato.

Segue l'Ing. **Anfossi** il quale svolge la comunicazione annunciata, illustrandola con dati sperimentali e diagrammi.

Ambedue gli oratori vengono, alla fine della loro lettura, vivamente applauditi.

Stante l'ora tarda il **Presidente** rimanda ad altra seduta le comunicazioni di cui al n. 3 dell'ordine del giorno, limitandosi a dar lettura del telegramma di felicitazione inviato dalla Sezione al prof. Pacinotti in occasione della sua nomina a senatore, e della lettera di ringraziamento ricevutane.

Dopo di che la seduta è tolta.

Il Segretario
Ing. G. ANFOSSI.

Digitized by Google

SEZIONE DI NAPOLI.

Adunanza del 17 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Proclamazione di nuovi soci.
2. Relazione del presidente sullo stato attuale dell'Associazione.
3. Elezioni del nuovo ufficio di Presidenza.
4. Comunicazioni del presidente.

Presiede il prof. **Lombardi.**

Presenti 20 soci.

1. Il **Presidente** comunica le ammissioni avvenute dopo l'ultima assemblea nelle persone dei signori ingegneri Guerreri, Nascia, Del Nunzio e Franzi come soci individuali e dei signori Ruffolo Ernesto e Tenente Catemario di Quadri come soci studenti:

Comunica il passaggio dei signori ingegneri Fano e prof. Montù ad altra Sezione e le dimissioni presentate dai signori ingegneri De Cristofaro, Maglione e Segre;

Comunica finalmente la dichiarazione di socio moroso pel signor cavaliere G. Carrelli.

2. Il **Presidente** comunica il testo originale della lettera d'invito trasmessa dall'Associazione britannica degli ingegneri elettricisti alla A. E. I. ed alle altre grandi associazioni elettrotecniche d'Europa e d'America per per la visita dell'Inghilterra da effettuarsi nel prossimo anno;

Comunica pure la lettera con la quale la Presidenza generale richiamava presso la Sede centrale i volumi completi dei periodici concessi in deposito alla Sezione, e la preghiera rivoltale dal Consiglio perchè essa volesse esaurire nel più breve termine possibile mediante votazione di *referendum* la grave questione dell'assetto stabile della Biblioteca a norma delle deliberazioni prese nel Congresso di Firenze.

Le comunicazioni non danno luogo ad alcuna discussione.

3. Il **Presidente** legge poi, a nome del Consiglio uscente, la seguente relazione:

Egregi colleghi,

Deponiamo nelle mani dell'Assemblea l'onorevole mandato che ci era stato conferito con la stessa commozione sincera con la quale tre anni fa abbiamo ricevuta la vostra solenne manifestazione di benevolenza.

Nella storia di una associazione, giovane come la nostra, e piena di aspirazioni e di iniziative, tre anni di vita segnano, come nella vita di ogni istituzione moderna, un grande cammino, sul quale non è inutile che io richiami oggi per un momento la vostra attenzione.

Digitized by Google

Dirò pochissimo della nostra Associazione generale, la quale in nove anni di vita ha guadagnato a sè le più belle energie intelligenti, ed ha viste diramare le sue fila in ogni punto d'Italia, contando oggi circa 1000 soci individuali e 130 collettivi. Il suo progresso si rivela in tutte le manifestazioni della sua multiforme attività, e concerne non meno la tutela degli alti interessi dell'industria, che il perfezionamento della coltura scientifica. La mole cresciuta delle sue pubblicazioni, che penetrano oramai in tutte le accademie e i circoli studiosi, ed il consenso deferente col quale le autorità del Governo e le grandi amministrazioni prendono in esame le sue deliberazioni e proposte, dicono abbastanza la serietà dei suoi intendimenti, e l'importanza della sua organizzazione.

Ricordo appena, fra gli episodi più notevoli della sua vita di questi anni, la pubblicazione compiuta sotto i suoi auspicii di tutte le opere scientifiche di G. Ferraris, le onoranze solenni a G. Marconi, il ricevimento degli ingegneri elettricisti inglesi in Lombardia, e la partecipazione ufficiale alla Esposizione americana ed al Congresso internazionale di Saint-Louis, dove la comitiva italiana, insieme a quella inglese, ebbe accoglienze indimenticabili. Ricordo finalmente la non interrotta serie dei Congressi annuali, i quali per numero di partecipanti, e per il pregio dei lavori presentati, hanno acquistato una singolare importanza.

Di questo mirabile progresso sopra tutti si resero benemeriti quegli uomini preclari che nei trienni successivi tennero la Presidenza generale, e, poichè il terzo triennio sta per finire, sia lecito in quest'ultima nostra riunione mandare un caldo saluto di riconoscenza al prof. M. Ascoli che fu il primo iniziatore delle escursioni all'estero, e che all'incremento dell'associazione dedicò con vera abnegazione tutte le forze del suo ingegno e della sua attività.

All'ing. E. Jona, che per meriti singolari era ben degno di raccoglierne la ponderosa eredità, mandiamo il caldo saluto della simpatia, e l'augurio che la sua opera intelligente si esplichi per il bene dell'Associazione egualmente feconda.

Ora però, che ci dobbiamo occupare in più modeste proporzioni dello sviluppo acquistato dalla nostra Sezione, mi sia lecito affermare con orgoglio che essa non ha partecipato fra le altre con minore entusiasmo al movimento generale. Il VII Congresso annuale tenuto a Napoli nel 1903 fu l'episodio più memorabile della sua giovane esistenza, che sopra di essa concentrò le simpatie di tutti i colleghi venuti da ogni regione d'Italia, diede un impulso vivace alla sua attività interna, e le accrebbe reputazione e credito nell'opinione pubblica e presso gli enti locali. Risale principalmente a questi il merito delle accoglienze larghe che in quell'occasione si poterono apparecchiare ai congressisti; ma ad un gran numero di soci compete quello di avere contribuito coi loro studi ai lavori più importanti dell'Associazione, dandole titolo vero alla lusinghiera considerazione nella quale è oramai tenuta dalle altre Sezioni sorelle.

Digitized by Google

Nei tre anni dell'attuale presidenza furono tenute dalla Sezione di Napoli 29 assemblee ordinarie, 17 delle quali ebbero occasione da pubbliche conferenze, che richiamarono un importante concorso di studiosi. Taluna di esse trattò quistioni di vera attualità scientifica; taluna argomenti importantissimi per l'industria.

E qui mi sia ancora lecito affermare con coscienza che la nostra Sezione non fu seconda ad alcuna associazione tecnica cittadina nell'interesse alle più gravi quistioni che toccavano il progresso economico ed industriale delle provincie meridionali. Di un problema grave, che era nell'animo di tutti, poco fu parlato nelle nostre riunioni, prima per la condizione delicata di chi doveva presiedere le riunioni stesse, nel tempo in cui partecipava in modo ufficiale e diretto ai lavori della Commissione reale per l'incremento industriale di Napoli; e poi per il desiderio ripetutamente espresso dalle autorità cittadine perchè non si avessero con discussioni, che si giudicavano a torto od a ragione intempestive, a creare ostacoli all'Amministrazione, che più o meno alacremente intendeva alle pratiche della Concessione del Volturno.

Se non si ebbe conoscenza ufficiale di questo progetto, l'Associazione elettrotecnica ricevette però da uno dei suoi soci più solerti una primizia degna d'invidia: la comunicazione cioè dell'ing. Ruffolo sopra un'opera grandiosa da lui progettata nei bacini del Sangro e del Volturno, mediante la quale una quantità esingente di energia elettrica potrà essere ricavata a beneficio delle provincie meridionali.

Il Consiglio direttivo ha tenuto nel triennio 34 sedute, nelle quali esaurì tutte le pratiche amministrative, e discusse le principali questioni di regolamento interno e d'interesse generale, formulando le proposte da sottoporre all'assemblea.

È mio debito esprimere qui la mia sincera gratitudine ai colleghi che vi portarono volonterosamente la loro saggia collaborazione.

Fu regolata la biblioteca, la quale possiede ora un centinaio di volumi, e comprende alcune belle collezioni dei giornali tecnici più accreditati. Debbo segnalare a questo riguardo alcuni doni pervenuti dal prof. Ferrara e dal prof. Milone, e quelli più importanti dell'ing. A. Galimberti e del prof. Semmola, i quali contribuirono rispettivamente le ultime annate dello *Street Railway Journal*, e la collezione completa dal 1890 del *Bulletin de la Société internationale des électriciens;* finalmente quello modesto del vostro Presidente, il quale offrirà 10 volumi del giornale inglese *The Electrician*, completandone la raccolta fino al 1° luglio 1892.

La Sezione effettua il cambio degli atti col R. Istituto d'incoraggiamento, e dispone di circa 20 giornali tecnici e scientifici, parte offerti in dono, parte ottenuti per abbonamento, e parte concessi in deposito dalla Sede centrale e dalla Biblioteca della R. Scuola degli Ingegneri. Disgraziatamente è scarsa l'affluenza dei lettori, o perchè molti soci abbiano a disposizione altrimenti le pubblicazioni che maggiormente l'interessano, o

Digitized by Google

perchè veramente, come parecchie volte fu asserito, si trovi la Sede sociale in locale di poco comodo accesso. A questo riguardo io debbo tuttavia segnalare il risultato completamente sfavorevole dato dalla istituzione provvisoria di una sala di lettura esterna, aperta nelle ore serali, e comune alla Società degli Ingegneri Architetti ed Industriali, la quale Società ciò non ostante, e senza alcun contributo di spesa, ci concede ora con molta generosità l'uso dei suoi locali nelle ore di giorno.

Alla Direzione della R. Scuola di Applicazione, la quale con munifica larghezza continua ad ospitare ufficialmente la Sezione, è debito nostro rivolgere un vivissimo ringraziamento. Senza escludere che possa convenire in un prossimo avvenire di prendere accordi con la prelodata Società per l'acquisto di una sede appropriata e definitiva, io non credo di errare affermando che la presenza della Sezione nei locali della R. Scuola di Applicazione è stata feconda per lei di grandissimi vantaggi, primo dei quali quello di offrire una sede decorosissima al Congresso del 1903.

Le attività della Sezione verranno dichiarate in dettaglio nell'occasione in cui si discuteranno i bilanci. Mi compiaccio non pertanto di ricordare che, grazie alla solerzia del nostro Cassiere, il fondo attivo residuo, che fu di L. 377 al 1902, si elevò nel 1903, malgrado le spese straordinarie del Congresso, a L. 586, nel 1904 a L. 836, e quest'anno supererà le L. 1500, eccedendo forse di una metà la somma prevista. Questo stato di cassa relativamente cospicuo permetterà al nuovo ufficio di Presidenza di discutere senza preoccupazioni le modalità per l'acquisto eventuale di una nuova sede, e di provvedere in modo decoroso alla sua installazione.

Ed ora la Sezione è chiamata a designare i nuovi eletti al suo ufficio di Presidenza. Debbo dichiarare a nome del Consiglio che scade il nostro plauso sincero alle candidature proposte da un gruppo dei nostsi colleghi, perchè riteniamo che ad una istituzione giovane come la nostra soprattutto possa giovare l'impulso delle nuove energie, e conferire prestigio la serietà delle persone che sono chiamate a collaborarvi. Furono fatte insistenze a taluno dei vecchi componenti il Consiglio di partecipare ancora alla formazione del nuovo, e se n'ebbe il consenso per i riguardi che concernono l'intimità dei rapporti con l'Istituto e la Scuola di elettrotecnica, e con la Società degli Ingegneri, Architetti ed Industriali. Noi vi proponiamo adunque di votare compatti sulla lista che vi è stata comunicata, affinchè sulle persone cui affiderete il mandato di rappresentarvi si affermi in modo solenne la vostra fiducia, e si conferisca loro tutta l'autorità necessaria.

Dell'opera spesa a vantaggio della Sezione da parte nostra non sapremmo chiedervi migliore riconoscimento che l'approvazione del pochissimo che ognuno di noi ha fatto, e la promessa del molto che ad ognuno di voi incombe ancora di fare.

Il **Presidente** mette in votazione le proposte di saluto al Presidente generale uscente ed al nuovo eletto, e di ringraziamento alla onorevole Direzione della R. Scuola di applicazione, le quali vengono approvate ad unanimità.

Digitized by Google

Il **Presidente** prega l'assemblea di procedere a schede segrete alla votazione per le elezioni delle cariche sociali.

I soci **Rispoli** e **Ruffolo** presentano però con precedenza il seguente ordine del giorno, che viene approvato per acclamazione:

" L'assemblea della A. E. I., sezione di Napoli, prima della proclama-
" zione dei nuovi eletti, compie il dovere graditissimo di rivolgere i suoi
" vivi ed affettuosi ringraziamenti al chiar. prof. L. Lombardi che nell'ul-
" timo triennio ha diretto con tanta solerte sapienza i suoi lavori. „

Fatto lo spoglio delle schede, la votazione dà il seguente risultato:

Votanti 20.
Maggioranza assoluta 11.

Presidente:	ing. Bonghi . . .	16	*Cassiere:*	ing. Cristoforis . . .	16
	prof. Lombardi. .	4		ing. Sannia	3
Vicepresidente:	prof. Lombardi .	16	*Consiglieri:*	ing. Perna	19
	prof. Boubée . . .	3		prof. Boubée	16
	ing. Bonghi . . .	1		ing. Melazzo.	16
				Voti dispersi	6
Segretario:	ing. Tajani. . . .	17	*Delegati:*	ing. Allocati.	18
	ing. Melazzo . . .	2		ing. Sarti	16
	ing. De Biase . .	1		ing. Perna.	1

In base a tale risultato si proclamano eletti al nuovo ufficio di Presidenza per il triennio 1906 i signori:

Presidente:	ing. Mario Bonghi;
Vicepresidente:	prof. Luigi Lombardi;
Segretario:	ing. Adolfo Tajani;
Cassiere:	ing. Giuseppe Cristoforis;
Consiglieri:	ing. Alberto Perna; prof. F. P. Boubée; ing. Giovanni Melazzo;
Delegati:	ing. Nicola Allocati; ing. Guido Sarti.

Restano in carica per precedente elezione:

Consiglieri:	prof. Gaetano Bruno; ing. Gustavo D'Orso; ing. Augusto Galimberti;
Delegati:	ing. Mario Bonghi.

Il Presidente
Prof. L. Lombardi.

Digitized by Google

SEZIONE DI ROMA.

Adunanza del 6 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. « Sui circuiti senza distorsione », (Dr. Giovanni Di Pirro).
3. Resoconto di notizie:

   Azione giroscopica delle turbine a vapore - Turbina a gas Zoelly - Metodi per prevenire il deterioramento della materia attiva degli accumulatori - Produzione elettrica del silicio - Fabbricazione dell'alluminio - Prove sul potere resistente dei materiali isolanti - Le lampade al tantalio.

Presiede il Presidente **Giorgi**.

Il **Presidente** comunica le dimissioni da soci dei sigg. ing. Carlo Grazioli ed ing. cap. Carlo Vita Finzi, ed il trasferimento dalla Sezione di Torino a quella di Roma del socio ing. Carlo Andreucci.

L'Assemblea nel prendere atto delle dimissioni da socio della Sezione del capitano Carlo Vita Finzi, a causa del suo trasferimento a Torino, e delle conseguenti dimissioni dalla carica di consigliere, su proposta del Presidente, plaude all'attività da lui spiegata per l'incremento della Sezione e delibera, però, di mantenerlo nella detta carica fino all'epoca delle prossime elezioni del Consiglio Direttivo.

Il **Presidente** dà quindi la parola al dott. G. Di Pirro, il quale, dietro suo invito, riassume la comunicazione sui circuiti ad attenuazione costante, tenuta nell'ultimo Congresso di Firenze.

L'oratore alla fine della interessante lettura è vivamente applaudito ed è ringraziato dal Presidente, che quindi dà la parola all'ing. Revessi il quale fa l'annunciato resoconto di notizie.

La seduta è tolta alle ore 23.

p. Il Segretario
Ing. U. CRUDELI.

Digitized by Google

Adunanza del 30 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Resoconto di notizie:
   Irradiazioni alle temperature elevate - Proprietà elastiche dell'acciaio alle temperature elevate - Esperienze su gli alti potenziali - Correnti elettriche atmosferiche nei fili verticali - Forza elettromotrice necessaria per mantenere un arco - Influenze delle radiazioni sulla resistenza degli isolanti - Isteresi alle frequenze elevate.
3. Elezione di due consiglieri delegati della Sezione alla Sede Centrale.

In assenza del Presidente e del Vice-Presidente, tiene la presidenza l'ing. **U. Del Buono.**

Il **Presidente** comunica l'ammissione quali soci individuali dei signori Vallecchi ing. Guido, Londei Luigi, Gallotti ing. Giuseppe e Minelli Antonio.

Dà quindi la parola all'ing. Revessi per il resoconto di notizie.

L'oratore alla fine delle interessanti notizie è vivamente applaudito.

Si procede quindi alla votazione per l'elezione di due consiglieri delegati alla Sede Centrale, in sostituzione dei signori Gentili ing. Federico e Revessi ing. Giuseppe, che scadono e non sono rieleggibili.

La votazione dà il seguente risultato:

Votanti n. 11.

Salvadori ing. Riccardo	voti n. 11
Celeri ing. Ferruccio	„ 11

Il **Presidente** proclama eletti a consiglieri delegati alla Sede Centrale, l'ing. R. Salvadori e l'ing. F. Celeri.

La seduta è tolta alle ore 10.

p. Il Segretario
Ing. U. CRUDELI.

Digitized by Google

SEZIONE DI TORINO.

Adunanza del 1° dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Comunicazione del socio Ing. Prof. Ettore Morelli su « La scelta della lamiera più economica nella costruzione del nucleo magnetico di un indotto ».

Presiede il consigliere anziano ing. **Emilio Silvano.**

Morelli fa la comunicazione all'ordine del giorno, accolto alla fine da calorosissimi applausi.

Il **Presidente** ringrazia l'autore per la sua pregevole ed interessante comunicazione e chiede se qualcuno desidera schiarimenti.

Grassi domanda alcune spiegazioni.

Morelli vi risponde esaurientemente.

L'adunanza è levata alle ore 22.45.

Il Segretario
Ing. E. SEGRE.

Adunanza del 6 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

Conferenza del socio Ing. Prof. Carlo Montù su « L'elettrotrazione nella navigazione interna ».

Presiede il presidente ing. **Vincenzo Soldati.**

Montù fa la conferenza all'ordine del giorno, accolto alla fine da calorosi applausi.

L'adunanza è levata alle ore 23.

Il Segretario
Ing. E. SEGRE.

Digitized by Google

Adunanza del 18 dicembre 1905.

ORDINE DEL GIORNO:

1. Comunicazioni della Presidenza.
2. Nomina del Presidente della Sezione.
3. Nomina del Vicepresidente, del Segretario e del Cassiere.
4. Nomina di due Consiglieri.
5. Nomina di due delegati al Consiglio Generale.

Presiede il presidente Ing. **Vincenzo Soldati.**

Il **Presidente** ricorda che accettò la carica pur dichiarando che non avrebbe potuto rimanervi per lungo tempo; adesso i suoi impegni personali esigono tutta la sua attività e non potrebbe perciò accogliere una rielezione, non avendo assolutamente modo di tenere la Presidenza con l'assiduità necessaria. Ringrazia i colleghi della fiducia avuta in lui e prega coloro i quali avessero l'intenzione di dargli ancora il voto, di astenersene per non fare inutili dispersioni.

L'Assemblea manifesta il suo vivo rammarico di dover prendere atto della comunicazione dell'Ing. Soldati.

Il **Presidente** fa procedere alle votazioni all'ordine del giorno.

Funzionano da scrutatori i soci Botto e Diena.

Il **Presidente** comunica i seguenti risultati dello scrutinio:

Per la nomina del Presidente:

Votanti 30

Ing. Ettore Morelli	Voti 22
Ing. Ettore Thovez	„ 8

Per la nomina del Vicepresidente:

Votanti 33

Ing. Ettore Thovez	Voti 29
dispersi	„ 4

Per la nomina del Segretario:

Votanti 33

Ing. Enrico Segre	Voti 32
dispersi	„ 1

Per la nomina del Cassiere:

Votanti 33

Ing. Andrea Luino	Voti 31
dispersi	„ 2

Digitized by Google

Per la nomina di due Consiglieri:

Votanti 35

Ing. Terenzio Chiesa . . .	Voti 34
Ing. Giovanni Gola	„ 33
dispersi	„ 2

Per la nomina di due Delegati al Consiglio Generale:

Votanti 34

Ing. Raffaele Pinna. . . .	Voti 30
Ing. Emilio Silvano. . . .	„ 27
dispersi	„ 7

Il **Presidente,** visto il risultato dello scrutinio, proclama eletti per il triennio 1906-1908:

a Presidente: l'Ing. Ettore Morelli;
a Vicepresidente: l'Ing. Ettore Thovez;
a Segretario: l'Ing. Enrico Segre;
a Cassiere: l'Ing. Andrea Luino;
a Consigliere: l'Ing. Terenzio Chiesa;
„ l'Ing. Giovanni Gola

ed eletti a delegati al Consiglio Generale, per il biennio 1906-1907 l'Ingegnere Raffaele Pinna e l'Ing. Emilio Silvano.

L'adunanza è levata alle ore 23.

Il Segretario
Ing. E. Segre.

Digitized by Google

AGGIUNTA ALL'ELENCO DEI SOCI

Soci ammessi dal 1° novembre al 31 dicembre 1905

SEZIONE DI FIRENZE.

SOCI INDIVIDUALI.

Neri ing. Farina, La Lima Pistoiese.
Pettini ing. Cino, 18, via Felice Cavallotti, Sesto Fiorentino.
Vergano Lodovico Sebastiano, Direttore Costruzioni Telegrafiche, Firenze.

SOCI COLLETTIVI.

Municipio di Firenze.

SEZIONE DI MILANO.

SOCI INDIVIDUALI.

Baroni ing. Mario, 21, via Fatebenefratelli, Milano.
Cupini ing. Francesco, 18 via Montebello, Milano.
Damiani ing. Gaetano, 5, via Agnello, Milano.
Loria ing. Cesare, 40, via Senato, Milano.
Luzzatto Dino, capitano del genio, 15, via Dante, Milano.
Martelli ing. Giulio, 5, via S. Orsola, Milano.
Tremontani ing. Vittorio, 6, via Ausonio, Milano.

SOCI COLLETTIVI.

Società Anonima per imprese elettriche Conti, 1, piazza SS. Pietro e Lino, Milano.
Società Martesana per distribuzione di energia elettrica, 1, via Vittor Ugo, Milano.
Società per le forze motrici dell'Anza, 63, Foro Bonaparte, Milano.

SEZIONE DI NAPOLI.

SOCI STUDENTI.

Catemario tenente Enrico, Caserta.

Digitized by Google

SEZIONE DI ROMA.

SOCI INDIVIDUALI.

Gallotti ing. Giuseppe, 2, S. Giuseppe, Roma.
Londei ing. Luigi, Società Carburo di Calcio, Terni.
Minelli ing. Antonio, 14, via Bezzecca, Roma.
Vallecchi ing. Guido, Tramvie elettriche di Terni.

SEZIONE DI TORINO.

SOCI INDIVIDUALI.

Armandi ing. Luigi, 26, via Gasometro, Torino.
Bollano ing. Giuseppe, 37, via Alba, Cuneo.
Fontana ing. Mario G., Alpignano (Torino).
Lanino ing. Giusto, 3, via Giusti, Torino.

Soci esistenti al 31 ottobre 1905		N.	**1148**
Soci ammessi dal 1° novembre al 31 dicembre 1905.	**individuali**	„	**18**
	collettivi	„	**4**
	studenti	„	**1**
TOTALE soci al 31 dicembre 1905 . . .		N.	**1171**

Prof. Moisè Ascoli, *Redattore-responsabile*

Roma - Tip. dell'Unione Cooperativa Editrice - Via Federico Cesi, 45.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti (*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	» 20
»	»	III	»	» 10
»	»	IV	»	» 20
»	»	V	»	» 20
»	»	VI	» (*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	» 20
»	»	VIII	»	» 20
»	»	IX	»	» 20
Abbonamento	»	X	»	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 » »	25	35	65	95	150
3/4 » »	30	45	80	115	180
1 » »	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vol. IX. *Supplemento al fascicolo 1°*

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - 397, Corso Umberto I - ROMA

Sezioni in: BOLOGNA - FIRENZE - GENOVA - MILANO - NAPOLI
PADOVA - PALERMO - ROMA - TORINO

INDICE

Consiglio Generale . . . . . Pag. (1)
Indice generale dei Soci . . . . . » (3)
Elenco dei Soci ***per Sezioni*** . . . . . » (15)
Statuto dell'Associazione . . . . . » (73)
Elenco dei periodici ricevuti in cambio » (78)

I Soci devono dare sollecito avviso di ogni cambiamento d'indirizzo alla Sede Centrale e alla Sezione cui appartengono

ROMA
TIPOGRAFIA DELL'UNIONE COOPERATIVA EDITRICE
Via Federico Cesi, 45
—
1905

Digitized by Google

Digitized by Google

CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA

(1903-1905)

Presidente: Prof. MOISÈ ASCOLI - Roma.
Vice-Presidenti: Prof. LUIGI LOMBARDI - Napoli.
Prof. GUIDO GRASSI - Torino.
Prof. LUIGI ZUNINI - Milano.
Segretario Generale: Ing. RICCARDO SALVADORI - Roma.
Cassiere: Ing. ORESTE LATTES - Roma.

CONSIGLIERI RAPPRESENTANTI LE SEZIONI

per il 1905

Bologna: Ing. ALFREDO DONATI - Cav. Ing. RINALDO RINALDI; **Firenze:** Ing. ERNESTO CORSINI - Cav. Ing. FRANCESCO SIZIA; **Genova:** Ing. GIOVANNI ANFOSSI - Ing. MARIO BUFFA; **Milano:** Ing. LUIGI CAURO - Ing. DOMENICO CIVITA - Ing. EMILIO MAGATTI - Ing. GIACOMO MERIZZI - Ing. LUIGI PONTIGGIA - Ing. GIUSEPPE PONTREMOLI - Ing. ALESSANDRO SCOTTI; **Napoli:** Cav. Ing. MARIO BONGHI - Ing. ALFONSO CARELLI - Ing. CAMILLO ALBINO CURTI; **Padova:** Prof. FERDINANDO LORI - Ing. GASTONE TREVES DE' BONFILI; **Palermo:** Prof. Dott. MICHELE CANTONE; **Roma:** Comm. Ing. FEDELE CARDARELLI - Ing. FEDERICO GENTILI - Cav. NAPOLEONE REGGIANI - Ing. GIUSEPPE REVESSI; **Torino:** Ing. EMILIO DE BENEDETTI - Prof. LORENZO FERRARIS - Ing. GIUSEPPE IMODA - Ing. LUIGI OLIVA.

Presidenti antecedenti:

Prof. Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897).
Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).
Prof. Guido Grassi (1900-1902).

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE GENERALE DEI SOCI

SOCI INDIVIDUALI E STUDENTI.

	Pag.		Pag.		Pag.
Abbatecola L. . .	(19)	Angelelli E. . . .	(53)	Banfi E.	(27)
Acquaviva G. A. .	(41)	Angelini G.	(53)	Banti A.	(54)
Adami A.	(26)	Annovazzi P. . . .	(23)	Banzatti G. . . .	(27)
Agnello F.	(51)	Antoniotti R. . . .	(62)	Barassi V.	(27)
Agnello G	(51)	Apolloni G. M. . .	(53)	Barattini A. . . .	(15)
Agnolozzi E. . . .	(53)	Apostoli S.	(26)	Barbagelata A. . .	(27)
Alessandri E. . . .	(26)	Appellius C. . . .	(23)	Barberis C.	(62)
Algranati G. . . .	(41)	Arabia A. A. . . .	(53)	Barberis G. . . .	(27)
Alker R.	(53)	Arcellaschi L. . . .	(26)	Barbieri M. . . .	(62)
Allievi L.	(53)	Arcioni V.	(26)	Bardini F.	(41)
Allocati N.	(41)	Arcozzi F.	(62)	Barducci F. . . .	(54)
Almagià E.	(26)	Ardito S.	(51)	Barni E.	(27)
Alpago R.	(48)	Arigo G.	(62)	Barosi G.	(27)
Amaduzzi L. . . .	(15)	Ariola L.	(41)	Barreca P.	(54)
Amari M.	(19)	Arnaboldi A. . . .	(26)	Barzanò C. . . .	(27)
Amato T.	(41)	Arnò R.	(27)	Bas E.	(27)
Ambrosano E. . .	(19)	Artom A.	(62)	Basevi A.	(41)
Amicarelli F. . . .	(41)	Ascoli Mario . . .	(27)	Basevi E.	(54)
Amman E.	(26)	Ascoli Moisè . . .	(54)	Bassani E. . . .	(54)
Ammirato G. . . .	(23)	Astuni G.	(41)	Bassi R.	(27)
Amoretti B. . . .	(53)	Audisio G.	(23)	Bassoli C.	(27)
Anastasi A.	(53)	Audisio S.	(23)	Battaglia T. . . .	(62)
Ancona U.	(26)	Azari M.	(27)	Battelli A.	(54)
Andreucci C. . . .	(62)	Badenberg G. . . .	(51)	Bazzi E.	(19)
Anelli Ferdinando .	(26)	Baer E.	(62)	Beato A.	(41)
Anelli Francesco .	(26)	Bagnoli U.	(19)	Bellati M.	(48)
Anfossi G.	(23)	Basamo N. . . .	(27)	Belli M.	(61)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Bellini E.	(41)	Boilleau U. G.	(28)	Buffa M.	(23)
Bellini V.	(27)	Bonaccorsi E.	(51)	Buschetti C.	(28)
Belloc L.	(54)	Bonanni C.	(23)	Buttaferri G.	(51)
Belloni E.	(48)	Bonavia L.	(54)	Cairo E.	(15)
Belloni R.	(48)	Bonetti L.	(15)	Caisotti C.	(19)
Belloro A.	(54)	Bonghi M.	(42)	Calandri A.	(28)
Belotti S.	(27)	Bonini C.	(62)	Calandri E.	(63)
Benetti I.	(15)	Bononi G.	(28)	Calderini A.	(28)
Bergalli E.	(62)	Borella F.	(62)	Calvello F.	(42)
Bergmann E.	(51)	Borella L.	(28)	Calzavara V.	(48)
Bernardi E.	(48)	Borgstròm C.	(42)	Calzolari G.	(15)
Bernardi L.	(48)	Boriani F.	(15)	Calzolari L.	(15)
Berner G.	(42)	Bortolani A.	(54)	Calzoni A.	(15)
Bernieri M.	(54)	Bortolani G.	(54)	Cambi A.	(19)
Bertini A.	(27)	Boselli L.	(28)	Cammeo A	(54)
Bertotti U.	(54)	Boselli S.	(62)	Campos G.	(28)
Besostri P.	(27)	Bosio E	(62)	Canali A.	(28)
Biagini A.	(48)	Botto U.	(62)	Candeli A.	(54)
Bianchi A.	(27)	Boubée F.	(42)	Caneva A.	(42)
Bianchi R.	(51)	Bovi B.	(62)	Canevazzi S.	(16)
Bianchi T.	(15)	Bracco G.	(28)	Cannizzo F.	(42)
Bibolini A.	(54)	Branchinetti F.	(63)	Canonica G.	(54)
Bibolini V.	(19)	Brazzola C. V.	(28)	Cantone M.	(51)
Bigaglia L.	(48)	Breda E.	(28)	Cantono E.	(54)
Bigio A.	(23)	Breglia E.	(42)	Capellini V.	(23)
Bigrami E.	(27)	Brillo A.	(48)	Cappa G.	(42)
Bisutti U.	(28)	Brioschi F.	(28)	Cappelli M.	(28)
Boccardo Edoardo.	(23)	Brison H.	(28)	Caprotti B.	(28)
Boccardo Emilio	(62)	Bronzini E.	(63)	Capuano M.	(42)
Bocci C.	(54)	Brown C. E. L.	(28)	Capuccio M.	(63)
Bocciardo A.	(23)	Brun S.	(47)	Caramelli R.	(63)
Bocciarelli P.	(19)	Brunelli I.	(54)	Carazzolo G	(48)
Boggiano L.	(54)	Bruni P.	(28)	Carcano F.	(28)
Boglione C.	(62)	Bruno G.	(42)	Cardarelli F.	(54)
Blanc H.	(28)	Bruzzo M.	(23)	Cardin Fontana A.	(48)
Bogni M.	(28)	Büchi G.	(63)	Carelli A.	(42)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Carli C.	(23)	Cirla E.	(29)	Croci A.	(29)
Carrelli G.	(42)	Civita D.	(29)	Croppi A.	(39)
Casana S.	(63)	Clerici C.	(29)	Crosa V.	(63)
Casetta E.	(63)	Clerici G.	(29)	Crudeli U.	(55)
Cassitto U.	(42)	Coari G.	(55)	Cruto A.	(63)
Castagneris G.	(63)	Cohn S.	(42)	Cucchetti G. B.	(49)
Castelfranco G.	(19)	Colabich P.	(29)	Cuénod H.	(29)
Castelli E.	(48)	Colombi C.	(20)	Cuneo N.	(23)
Castelnuovo G.	(63)	Colombo A.	(48)	Curti C. A.	(42)
Castoldi E.	(28)	Colombo G.	(29)	Cuttica G.	(64)
Castoldi M.	(29)	Colombo P.	(55)	D'Agostino G.	(43)
Castracane F.	(54)	Colombo R.	(55)	Daina G.	(29)
Catani R.	(55)	Colombo V.	(29)	Dal Ferro F.	(49)
Cattaneo Gioacch.	(23)	Colorni A.	(29)	Dalla Noce A.	(16)
Cattaneo Giulio	(48)	Coltri C.	(29)	Dalmedico G.	(42)
Cattaneo R.	(63)	Columbo L. V.	(29)	D'Alò G.	(55)
Cattori M.	(42)	Comboni G.	(29)	Dalprato L.	(18)
Cauro L.	(29)	Cona L.	(55)	Damiani R.	(49)
Cavalieri Ducati A.	(16)	Conti A.	(20)	Danioni F.	(29)
Cavallaro S.	(23)	Conti E.	(29)	Dauphiné M.	(20)
Cavallero G.	(63)	Conti Vecchi G.	(55)	Davis F.	(64)
Cazzola A.	(48)	Coppadoro G.	(48)	De Andreis L.	(30)
Celeri F.	(55)	Coppelloti V.	(63)	De Angeli E.	(30)
Celle G.	(23)	Coppola M.	(42)	De Angelis R.	(43)
Ceni A.	(29)	Coppola R.	(47)	De Asarta V.	(30)
Centonze A.	(24)	Corbino O. M.	(51)	De Benedetti A.	(30)
Centurione C.	(29)	Corinaldi A.	(48)	De Benedetti D.	(16)
Ceradini A.	(55)	Cornaro G.	(63)	De Benedetti E.	(64)
Cernuschi C.	(63)	Corsini E.	(20)	De Benedetti J.	(55)
Cerruti E.	(63)	Corte E.	(29)	De Benedetti V.	(55)
Cesaroni C.	(55)	Costa E.	(55)	Debernochi G.	(64)
Chemin Palma G B.	(48)	Costa F.	(55)	De Biase L.	(43)
Chiaraviglio D.	(55)	Costa G.	(42)	Decio G.	(30)
Chiari C.	(19)	Cricca P. F.	(16)	De Cristofaro G.	(43)
Chiesa T.	(63)	Cristoforis G.	(42)	De Feo V.	(55)
Cini G.	(19)	Croce A.	(49)	De Filippi C.	(30)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
De Coracuchi F. .	(20)	Di Simone G. . .	(51)	Ferrara L.	(43)
De Gotzen M. . .	(49)	Dogliotti P. M. . .	(64)	Ferrari A.	(30)
De La Grennelais A.	(43)	Dompè L.	(51)	Ferrari Carlo . . .	(20)
Del Buono U. . .	(55)	Donadio G. . . .	(64)	Ferrari Carlo . .	(43)
Del Grosso L . .	(30)	Donati A.	(16)	Ferrario Carlo . .	(64)
Della Riccia A. . .	(30)	Donati L.	(16)	Ferrario Costantino	(30)
Dell'Oro G. . . .	(55)	Dornig M.	(56)	Ferraris L.	(64)
Del Moro B. . . .	(55)	D'Orso G.	(43)	Ferroni Frati G. .	(56)
Del Nunzio G. . .	(47)	Dossmann G. . .	(23)	Ferrua E.	(64)
Del Prà A. . . .	(49)	Douhet G.	(64)	Finardi A.	(65)
Del Valle G. . . .	(49)	Dumontel A. . .	(64)	Finazzi L.	(49)
Demonte A. . . .	(64)	Dumontel F. . .	(64)	Finelli F.	(43)
De Muro L. . . .	(55)	Dumontel G. . . .	(64)	Finocchietti E. . .	(24)
De Nicola G. . . .	(43)	Dunn W.	(20)	Finzi G.	(13)
Denti E.	(30)	Egger A. E. . . .	(30)	Finzi V.	(31)
De Petra P. . . .	(43)	Eggington A. . . .	(56)	Fiorentini F. . . .	(56)
Desanti A.	(20)	Emanueli L. . . .	(30)	Flora D.	(43)
De Santis D. . . .	(55)	Erbsloch P. . . .	(24)	Foà Icilio.	(43)
De Sauteiron C. .	(64)	Ercego I.	(49)	Fogliani G. L. . .	(31)
De Seras M. . . .	(43)	Errera A.	(64)	Folchini A.	(65)
De Simone F. . .	(43)	Esterle C.	(30)	Foltzer E.	(31)
Dessy F.	(30)	Fabrizi L.	(56)	Fonseca H. . . .	(24)
De Stefani S. . . .	(49)	Faccio G.	(30)	Fontana V. . . .	(65)
De Strens E. . . .	(30)	Faccioli G.	(30)	Foresti A.	(31)
De Thierry S. . .	(64)	Fadini C.	(30)	Fornaca G.	(65)
De Vito E. . . .	(55)	Fanelli P.	(16)	Forti A.	(31)
De Vleeschauer G. .	(30)	Fano Giacomo . .	(20)	Foscarini A. . . .	(31)
Diana E.	(16)	Fano Gino	(30)	Fossati G.	(24)
Diaria V.	(30)	Fano Giulio . . .	(43)	Franceschini M. .	(31)
Diatto A.	(64)	Fano Guido . . .	(56)	Franchetti A. . .	(65)
Di Brazzà D. . . .	(56)	Faranda A. . . .	(56)	Franciosi G. . . .	(56)
Diena C.	(64)	Farina E.	(20)	Franco G.	(65)
Di Fenizio C. . . .	(56)	Farolfi A.	(16)	Franzi E.	(47)
Dinaro S.	(23)	Faruffini M. . . .	(43)	Frascari C.	(65)
Di Nola G.	(47)	Fasanotto G. . . .	(30)	Frassetto N. P. . .	(56)
Di Pirro G. . . .	(56)	Favero G. B. . . .	(56)	Frattola T. . . .	(65)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Fredin C.	(43)	Gianoli G.	(65)	Grimaldi G.	(51)
Frigerio C.	(31)	Gianolio V.	(65)	Guagno E.	(66)
Frizzoni S.	(65)	Gibelli R.	(24)	Gualerzi O.	(66)
Fucci G.	(56)	Gilardi V.	(18)	Guggenheimer F.	(44)
Fumanti G.	(56)	Gilardini F.	(65)	Guidetti F.	(66)
Fumero F.	(31)	Giordana G. B.	(65)	Gullini A.	(16)
Funaioli U.	(20)	Giordano C.	(44)	Guzzi P.	(32)
Fusconi P.	(18)	Giordano G.	(32)	Helbig D.	(57)
Gadda G.	(31)	Giorelli A.	(65)	Hess A.	(66)
Gaggia A.	(24)	Giorgetti G. T.	(32)	Hess L.	(32)
Gaglio G.	(16)	Giorgi Giovanni.	(56)	Hinna Danesi R.	(57)
Gaiani A.	(16)	Giorgi Gualtiero.	(47)	Hirsch E.	(44)
Galli E.	(43)	Giorgi P. L.	(20)	Hoepli U.	(32)
Galli G.	(31)	Giovanola P.	(32)	Imoda G. E.	(66)
Galliano S.	(24)	Gippini E.	(24)	Incisa C.	(66)
Galotti G.	(16)	Gismondi F.	(24)	Jachia V.	(16)
Gambara G.	(56)	Giudice F.	(44)	Jannuzzi C.	(16)
Garassino G.	(65)	Giudilli F.	(56)	Janora G.	(57)
Garbasso A.	(65)	Giuliani G.	(44)	Jarach F.	(32)
Garelli F.	(43)	Giussani A.	(32)	Jean G.	(66)
Garfield A.	(31)	Giussani T.	(32)	Jervis T.	(66)
Garibaldi C.	(24)	Giustiniani A.	(65)	Jona E.	(32)
Garnier V.	(65)	Gnecco E.	(24)	Jona M.	(16)
Garrone L.	(65)	Gnesotto T.	(49)	Joung L.	(44)
Gasperini C.	(16)	Goglio G.	(65)	Kerbaker E. A.	(57)
Gatta D.	(13)	Gola G.	(66)	Kernot A.	(44)
Gaulis A.	(43)	Goria R.	(16)	Kitt G.	(16)
Gavazzi A.	(31)	Gorrieri D.	(16)	Konighseim S.	(24)
Gavotti N.	(56)	Grassi F.	(32)	Lambarini M.	(57)
Geiger A.	(31)	Grassi G.	(66)	La Moitié E.	(32)
Gentile M. T.	(31)	Grazioli C.	(56)	Landini G.	(16)
Gentili F.	(56)	Grazzani M.	(32)	Lanino B.	(17)
Ghetti O.	(31)	Greco I.	(51)	Lanino G.	(66)
Giachetti A.	(51)	G egory S.	(20)	Lanino P.	(17)
Gianfranceschi V.	(32)	Greppi L.	(16)	La Porta A.	(32)
Giannetti L.	(32)	Grillo N.	(44)	Latis G.	(20)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Lattes O.	(57)	Maffezzini A.	(57)	Martinotti P.	(17)
Lauchard E.	(66)	Maffiotti G. B.	(66)	Martorelli E.	(44)
Lavatelli C. A.	(32)	Magatti E.	(33)	Martorelli P.	(44)
Lecoultre E.	(32)	Magherini S.	(20)	Marzoli U.	(33)
Lenci G.	(20)	Magini G.	(20)	Mascardi G.	(61)
Lenner R.	(57)	Maglione G.	(44)	Mascarini G.	(23)
Leonardi L.	(57)	Magnani E.	(47)	Maschietto P.	(49)
Leone V.	(44)	Magnanini G.	(18)	Masera P.	(57)
Lerco R.	(32)	Magrini E.	(66)	Masetti-Zannini A.	(17)
Leti A.	(57)	Magrini F.	(20)	Massa G.	(24)
Levi E.	(66)	Magrini L.	(33)	Mastrangelo V.	(44)
Levi G.	(57)	Magrini S.	(18)	Mastricchi F.	(52)
Levi-Civita C.	(49)	Maifreni F.	(33)	Mastrostefano D.	(44)
Levi-Civita G.	(49)	Mailloux C. O.	(57)	Maternini F.	(66)
Lieb J.	(32)	Maiuri G.	(44)	Mathieu F.	(33)
Liebe F.	(57)	Majorana Q.	(57)	Mauro F.	(33)
Lignana G.	(66)	Malvolti V.	(44)	Mauro R.	(67)
Liguori P.	(44)	Manara M.	(33)	Mazzola P.	(33)
Livione I.	(57)	Mann C.	(57)	Mazzolani G.	(58)
Livizzani D.	(57)	Mannaiuolo G.	(44)	Megardi G.	(67)
Locarni V.	(24)	Manzetti R.	(57)	Melazzo G.	(45)
Lo Cascio G.	(44)	Manzitti C.	(57)	Melisurgo G.	(45)
Locatelli G.	(32)	Marantonio C.	(57)	Memmo R.	(58)
Lodolo A.	(44)	Marchesi G.	(57)	Mengarini G.	(58)
Lo Forte B.	(52)	Marchi G.	(20)	Menini A.	(49)
Lollini R.	(17)	Marchini F.	(66)	Merizzi G.	(33)
Lombardi L.	(44)	Marcon G.	(49)	Merlini G.	(33)
Longhi C.	(32)	Marconi G.	(57)	Merrone S.	(33)
Lori F.	(49)	Mariani G.	(20)	Mezzomo I.	(49)
Loverde N.	(32)	Marieni S.	(17)	Mignani R.	(58)
Luino A.	(66)	Marietti S.	(66)	Milani P.	(49)
Luraschi A.	(32)	Maroni G.	(33)	Milani R.	(49)
Luzzatti R.	(33)	Marsal G.	(66)	Milardi V. E.	(58)
Luzzatto G.	(52)	Martinez G.	(20)	Milazzo V.	(58)
Macaluso D.	(52)	Martini Giov. Batt.	(44)	Milone F.	(45)
Maccaferri U.	(17)	Martini Guido.	(20)	Mina C.	(33)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Mina L.	(58)	Nathan A.	(33)	Palandri F.	(34)
Mingarelli A.	(24)	Negri R.	(33)	Palazzolo G.	(58)
Miniotti M.	(67)	Negri O.	(67)	Palopoli A.	(58)
Minozzi A.	(45)	Negro L.	(67)	Pancaldi A.	(17)
Minuti F.	(20)	Netti A.	(58)	Pandiani E.	(34)
Miolati A.	(67)	Neuhaus G.	(34)	Panvini G.	(52)
Mior A.	(49)	Neyrone G.	(67)	Panzarasa A.	(34)
Mirabelli M. E.	(58)	Nicastro U.	(58)	Paoloni A.	(58)
Mochi A.	(33)	Nicolais M.	(45)	Papini C.	(21)
Moleschott C.	(58)	Niccollini F.	(21)	Parazzoli A.	(58)
Molfino P.	(20)	Niccolini G.	(21)	Pardo O.	(58)
Moltini P.	(24)	Nicolini E.	(34)	Parenti G.	(52)
Mondolfi A.	(21)	Nobili D.	(34)	Parlato A.	(45)
Montagnini Rossico E.	(49)	Nocelli L.	(18)	Parmeggiani G.	(67)
Montan L.	(50)	Novellis A.	(58)	Parvopassu C.	(58)
Montecorboli P.	(33)	Novi M.	(17)	Pasca R.	(58)
Monteguti A.	(58)	Noyer E.	(67)	Pascucci G.	(61)
Montel L.	(67)	Odazio A.	(58)	Pasqualini L.	(21)
Monteverde A.	(67)	Ojetti N.	(58)	Patti P.	(52)
Monti C.	(33)	Olian F.	(50)	Pelizzari F.	(50)
Monticelli C.	(33)	Oliva L.	(67)	Penso R.	(58)
Montù C.	(45)	Olivetti C.	(34)	Peretti M.	(17)
Morelli E.	(67)	Olivieri M.	(34)	Perilli G.	(59)
Morelli G.	(45)	Olper L.	(17)	Perino F.	(67)
Moreno L.	(67)	Omodei D.	(24)	Perna A.	(45)
Moreno O.	(67)	Orefici G.	(34)	Perotti P. L.	(59)
Moresco A.	(50)	Ortona A.	(34)	Personali F.	(67)
Morghen A.	(21)	Oss D.	(34)	Pesenti G.	(34)
Morra P.	(67)	Ottone G.	(52)	Petrilli A.	(21)
Moschini A.	(50)	Ovazza E.	(52)	Peyron E.	(67)
Motta G.	(33)	Pacilli E.	(17)	Pflaumer F.	(21)
Mottura A.	(67)	Pacinotti A.	(21)	Piacani E.	(21)
Muzi G.	(33)	Padrone G.	(45)	Piaggio C.	(24)
Nardis M.	(58)	Pagan M.	(34)	Piazza F.	(34)
Nascia A.	(47)	Pagliani S.	(52)	Piazzoli E.	(52)
Nasini R.	(50)	Pagnoni E.	(34)	Picchi A.	(21)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Piccinini E.	(59)	Quarena G.	(35)	Rizzoli G.	(17)
Pietrini P. M.	(21)	Raffi P.	(17)	Rizzoli L.	(17)
Pignotti R.	(59)	Ragno S.	(45)	Robbo G.	(25)
Pinna. R.	(68)	Rambaldini G.	(21)	Rocca A.	(68)
Pinto L.	(45)	Rampoldi A.	(21)	Rocchini S.	(35)
Pinto R.	(45)	Rampolla L.	(52)	Rocco G.	(47)
Pirelli G. B.	(34)	Ramponi P.	(17)	Rodocanachi D.	(25)
Pirelli P.	(34)	Rancati A.	(35)	Rognetta F.	(21)
Pisani A.	(34)	Ranieri L.	(59)	Roiti A.	(21)
Pitter A.	(34)	Rappis P. A. G.	(68)	Roncaldier A.	(35)
Piva C. A.	(34)	Raseri M.	(17)	Rosa V.	(59)
Piva G.	(24)	Ravà E.	(24)	Rossato V.	(35)
Pizzi L.	(34)	Rebaudi V.	(59)	Rosselli A.	(21)
Pizzuti M.	(45)	Rebora G.	(35)	Rossi A.	(59)
Poggi G.	(34)	Redaelli P.	(35)	Rossi F.	(35)
Polatti F.	(35)	Reggiani N.	(59)	Rossi Giacomo	(36)
Polcenigo G.	(50)	Reggio G.	(24)	Rossi Giuseppe	(25)
Pollak C.	(35)	Regondi I.	(35)	Rossi G. Andrea	(68)
Pollone E.	(68)	Reina V.	(59)	Rossi Luigi	(36)
Pomba L.	(68)	Reinach E.	(35)	Rossi L. Vittorio	(50)
Pontecorvo L.	(21)	Reinacher G.	(35)	Rostain A.	(68)
Ponti G. G.	(35)	Remondini R.	(21)	Rostain G.	(68)
Pontiggia L.	(35)	Respighi L.	(59)	Roster A.	(21)
Pontremoli G.	(35)	Respinger E.	(68)	Rotta G.	(68)
Ponzani V.	(68)	Revessi G.	(59)	Roullier C.	(36)
Ponzio Giacomo	(68)	Rey P.	(59)	Ruffo A.	(59)
Ponzio Giuseppe	(35)	Ricci A.	(35)	Ruffolo F.	(45)
Pozzi F.	(45)	Ricci F.	(21)	Rumi S.	(25)
Pozzi G.	(35)	Ricciardi F.	(35)	Russi U.	(36)
Pozzolini L.	(21)	Ricco A.	(45)	Sacchi G.	(59)
Prandoni E.	(52)	Ricotti P.	(68)	Sacerdote Adolfo	(36)
Prat P.	(68)	Ridoni E.	(68)	Sacerdote Adolfo	(68)
Prato Previde R.	(35)	Rignon J. A.	(68)	Sacerdote S.	(36)
Primavera M.	(68)	Rinaldi R.	(17)	Saggese A.	(45)
Puppini U.	(18)	Rispoli F.	(45)	Saldini C.	(36)
Putato E.	(35)	Risso L.	(25)	Salmoiraghi A.	(36)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Salvadori R. . . .	(59)	Sertorio D.	(25)	Straneo P.	(69)
Salvati M.	(45)	Sequi U.	(21)	Stucchi L.	(37)
Salvestri A. . . .	(59)	Serono C.	(69)	Stucky G. C. . . .	(60)
Salvotti U.	(68)	Serra F.	(69)	Sturani E.	(37)
Sandonini L. . . .	(17)	Sgobbo F. P. . . .	(46)	Tabarroni S. . . .	(18)
Sannia E.	(45)	Silva Angelo . . .	(17)	Tagliabue R. . . .	(37)
Santacroce L. . . .	(59)	Silva Angelo . . .	(36)	Tajani A.	(46)
Santarelli G. . . .	(21)	Silva E.	(69)	Tajani G.	(46)
Santoro F. . . .	(69)	Silvano E.	(69)	Tallero E.	(37)
Sarti G.	(46)	Silvestri A.	(50)	Tarchiani V. . . .	(22)
Sartori G.	(36)	Sioli Legnani S. .	(36)	Tarditi A.	(25)
Sassernò A. . . .	(69)	Sipari E.	(59)	Tarella C. A. . .	(69)
Savini O.	(59)	Siracusa C.	(46)	Tarlarini C.	(37)
Scamoni P.	(46)	Sismondo O. . . .	(60)	Taverna C.	(37)
Scarpa O.	(46)	Sizia F.	(21)	Tavernier R. . . .	(69)
Scarzanella G. V. .	(36)	Sodano C.	(36)	Tedeschi C.	(69)
Scavia M.	(68)	Solari L.	(60)	Tedeschi V. . . .	(69)
Schalk H.	(36)	Soldati N.	(36)	Tenerelli V. . . .	(52)
Schanzer R. . . .	(59)	Soldati R.	(69)	Tessari A.	(69)
S-chenone G. . . .	(25)	Soldati V.	(69)	Thoma M.	(25)
Schmidt E.	(25)	Soleri E.	(69)	Thovez E.	(69)
Schultz G.	(69)	Somaini F.	(36)	Timosci L.	(25)
Sciutto G.	(25)	Soncini G.	(36)	Tolomei M.	(22)
Sclopis V.	(69)	Soragni T.	(36)	Torchio F.	(37)
Scoppola T. V. . .	(36)	Sospizio E.	(37)	Tornani E.	(18)
Scotti A.	(36)	Sossich A.	(37)	Torrente G. . . .	(52)
Scotti Foglieni G. .	(36)	Sosto P.	(60)	Tosti L.	(60)
Sebastiani A. . . .	(17)	Spallicci D.	(22)	Treves A.	(70)
Seelfeder G. . . .	(52)	Speranza L. . . .	(46)	Treves G.	(50)
Segre E.	(69)	Squassi F.	(25)	Treves J.	(18)
Segre U.	(46)	Stabilini M. . . .	(37)	Treves V.	(70)
Sella A.	(59)	Stamm P. L. . . .	(60)	Triulzi P.	(22)
Selli T.	(17)	Steiner O.	(37)	Trona V.	(37)
Selve F.	(69)	Stigler A.	(37)	Trossarelli O. . . .	(70)
Semenza G. . . .	(36)	Stracciati E. . . .	(60)	Troya O.	(60)
Senni-Guidotti P. .	(59)	Stramezzi G. . . .	(17)	Turazza G.	(50)

Digitized by Google

	Pag.		Pag.		Pag.
Uguccioni A. . . .	(22)	Verità A.	(22)	Vitali T.	(46)
Urtis C.	(70)	Veroj G.	(70)	Weil E.	(38)
Usigli A.	(37)	Verole P.	(70)	Wichmann J. . . .	(25)
Utili G.	(46)	Veronese G. . . .	(50)	Zainy G.	(46)
Valabrega R. . . .	(70)	Vianello P.	(50)	Zampetti A. . . .	(60)
Valduga U.	(50)	Vicentini G. . . .	(50)	Zanardo G. B. . .	(60)
Valentini E. . . .	(37)	Viglia E.	(37)	Zannoni V.	(38)
Valeri O.	(60)	Vigo A.	(25)	Zecchettini A. . .	(50)
Vallauri R.	(47)	Vigo O.	(38)	Zerboglio G. . . .	(70)
Valle R.	(25)	Villavecchia V. . .	(60)	Ziino S.	(60)
Vanni G.	(60)	Vimercati G. . . .	(22)	Zorzoli M.	(38)
Vannotti E. . . .	(37)	Vinca A.	(70)	Zublena G.	(70)
Vanossi L.	(37)	Vinca G.	(37)	Zuccolini O. . . .	(60)
Vassura G.	(18)	Vismara E.	(46)	Zunini G.	(60)
Venzaghi A. . . .	(37)	Vita-Finzi C. . . .	(60)	Zunini L.	(38)
Verdesi B.	(52)	Vitale M.	(38)		

SOCI COLLETTIVI.

	Pag.		Pag.
« A. E. G. Thomson Houston » Società Italiana Elettricità . . .	(38)	Direzione Tramways Fiorentini .	(22)
« Agognetta » (L') Società Anonima Industrie Elettriche.	(38)	Ditta Alimonda e Burgo . . .	(25)
Ainardi Romano e C. - Impianti Elettrici	(70)	Ditta Attilio Pozzo	(25)
Associazione fra Esercenti Imprese Elettriche	(38)	Ditta Siemens e Halske. . . .	(70)
Associazione Tramviaria Italiana	(38)	Frua, Banfi & C.	(38)
Bianchi, Muggiani e Sutermeister	(38)	Gadda & C.	(38)
Blackwell Robert W.	(38)	Galimberti G. B. & Figli - Telerie	(38)
Borghi Pasquale & Fratelli . .	(38)	Fratelli Marsaglia e C., in liquidazione	(70)
Buseck M. & J., già Schroeder & C.	(38)	Fratelli Pesenti fu Antonio - Fabbrica Cementi Portland . . .	(39)
C. Castellini & C.	(38)	Hartmann & Braun	(38)
Crespi Benigno, industriale. . .	(38)	Hensemberger Giovanni - Ufficio tecnico	(39)
Compagnia di Assicurazioni contro l'Incendio	(70)	Ing. A. Riva, Monneret & C. - Costruttori meccanici	(39)
Deputazione Provinciale di Milano	(38)	Ing. V. Tedeschi e C. - Fabbrica di cavi elettrici	(70)
		Istituto Professionale Omar . .	(39)

Digitized by Google

Pag.

La Fondiaria, Compagnia d'Assic. contro l'Incendio. . . . . (22)

Lazzar & Marcon, rappr. gen. ItaliaKarlsbader Kaolin für Industrie Gesellschaft . . . . . (39)

Linificio e Canapificio Nazionale (39)

Manifattura Festi Rasini . . . (39)

Martina G. e Figli, costruzioni meccaniche . . . . . (70)

Massoni & Moroni - Fabbrica di cinghie . . . . . (39)

Ministero Agricoltura, Industria e Commercio . . . . . (60)

Ministero dei Lavori Pubblici . (60)

Ministero della Marina . . . . (60)

Ministero Poste e Telegrafi . . (60)

Monitore Tecnico . . . . . (39)

Municipio di Milano . . . . . (39)

Municipio di Spoleto . . . . . (70)

Municipio di Torino . . . . . (71)

Municipio di Vercelli . . . . . (71)

Noerrenberg & C. . . . . (60)

Officina Com. gas ed energia elettrica di Como . . . . . (39)

Officine Elettriche Genovesi . . (25)

Officine G. Galatti . . . . . (39)

Officine Sesto San Giovanni, Camona, Giussani, Turrinelli & C. (39)

Pirelli & C. . . . . (39)

Poma Fratelli fu Pietro - Cotonificio . . . . . (71)

Porta & C., officina elettrica . . (39)

R. Circolo Ferroviario di Torino. (71)

Scuola Applic. Ingegneri Padova (50)

Scuola Industriale A. Rossi . . (39)

Scuola Leonardo da Vinci . . . (22)

Società Acquedotto De Ferrari-Galliera . . . . . (25)

Società Alzanese di Elettricità . (39)

Società Anglo-Romana per illuminazione . . . . . (60)

Pag.

Società Anonima Brown-Boveri (39)

Società Anonima costr. elettr. Brioschi, Finzi & C. . . . . (39)

Società Anonima Elettricità Alta Italia . . . . . (71)

Società Anonima Esplodenti e Prodotti Chimici . . . . . (71)

Società Anonima fabbrica calce e cementi (Monferrato) . . . . (71)

Società Anonima delle Ferrovie del Vomero . . . . . (46)

Società Anonima JJ. Rieter & C. (39)

Società Anonima « La Prealpina » (39)

Società Anonima Piemontese di Elettricità . . . . . (71)

Société Anonyme Westinghouse (39)

Società Bergamasca distribuzione energia elettrica . . . . . (39)

Società Ceramica Richard-Ginori (40)

Società Comense A. Volta . . . (40)

Società Dinamite Nobel. . . . (71)

Società Elettrotecnica Italiana. (71)

Società Esercizio Bacini. . . . (25)

Società Ferrovia Sicula Occidentale . . . . . (52)

Società Forze Idrauliche del Moncenisio . . . . . (71)

Società Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda . . . . . (40)

Società Generale Italiana Edison di elettricità . . . . . (40)

Società Gen. Illumin. Napoletana (46)

Società Generale Italiana Telefoni ed Applicaz. Elettr. (Genova) . (25)

Società Generale Italiana Telefoni ed Applicaz. Elettr. (Napoli) . (46)

Società Generale Italiana Telefoni ed Applicaz. Elettr. (Palermo). (52)

Società Generale Italiana Telefoni ed Applicaz. Elettr. (Roma) . (61)

Società Incoraggiamento arti e mestieri (Milano). . . . . (40)

Società incoraggiamento (Padova) (50)

Digitized by Google

Pag.

Società Industriale Elettro-Chimica di Pont-St-Martin . . . . . (40)

Società Industriale Garuti e Pompili . . . . . (61)

Società Industriale della Valnerina . . . . . (61)

Società Italiana Applicazioni elettriche . . . . . (71)

Società Italiana Carburo di calcio, ecc. . . . . (61)

Società Italiana Elettricità già Cruto . . . . . (71)

Società Italiana Elettricità Siemens Schuckert . . . . . (40)

Società Italiana Elettrocarbonium (61)

Società Italiana Elettrochimica . (61)

Società Italiana Forni Elettrici . (61)

Società Italiana Industria dei tessuti stampati . . . . . (40)

Società Italiana Lahmeyer Elettricità . . . . . (40)

Società Italiana Langen & Wolf (40)

Società Italiana Œrlikon . . . (40)

Società Italiana Siry Chamon & C. (40)

Società Italiana Strade Ferrate Mediterraneo . . . . . (40)

Società Italiana Traz. Elettr. ingegnere Meriggi . . . . . (40)

Società Tramways di Bologna . (18)

Società Lombarda distribuzione energia elettrica . . . . . (40)

Società Meridionale di Elettricità (46)

Società Meridionale Industrie Elettriche ed Idrauliche . . . . (46)

Pag.

Società Monteponi - Coltivazione di miniere . . . . . (71)

Società Monzese di Elettricità . (40)

Società Napoletana Imprese Elettriche . . . . . (46)

Società Nazionale Ferr. e Tramvie (61)

Società Parmense Elettricità . . (18)

Società Pavese di Elettricità A. Volta . . . . . (40)

Società Romana Tramways-Omnibus . . . . . (61)

Società Sicula impr. elettr. tramvie ed illum. elettr. . . . . (52)

Società Strade Ferrate della Sicilia (52)

Società Strade Ferrate Meridionali R. A. (Bologna) . . . . (18)

Società sviluppo imprese elettriche in Italia (Bologna) . . . (18)

Società sviluppo imprese elettriche in Italia (Milano) . . . . (40)

Società Telefoni Italia Centrale . (22)

Società Telefonica Alta Italia . (40)

Società Telefonica per l'Alta Italia (71)

Società Toscana imprese elettriche (22)

Società Trams Provinciali . . . (46)

Società Tramvie di Capodimonte. (46)

Società Tramways Napoletani . (46)

Tecnografia Marandri . . . . (71)

Tecnomasio Italiano Brown-Boveri (40)

Tosi Franco . . . . . (40)

Unione Italiana Tramways Elettr. (25)

Unione Telefonica Lombarda . . (40)

Digitized by Google

ELENCO DEI SOCI

SEZIONE DI BOLOGNA

(Via Galliera, 14)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: DONATI prof. LUIGI.
Vicepresidente: LANINO ing. PIETRO.
Segretario: FABBRI ing. ALBERTO.
Cassiere: LANINO ing. BARNABA.
Consiglieri: CAIRO ing. ENRICO; CANEVAZZI prof. SILVIO; SILVA ing. ANGELO; RIZZOLI ing. GUSTAVO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: DONATI ing. ALFREDO; RINALDI cav. ing. RINALDO.

SOCI INDIVIDUALI.

1900	AMADUZZI Lavoro	Prof. addetto Ist. Fisica Regia Università	R. Università, Bologna
1901	BARATTINI Alberto	Ingegnere	Via Barbaziana, 17, Bologna
1900	BENETTI comm. Jacopo	Ing., Dirett. R. Scuola Ingegneri	Piazza dei Celestini, 4, Bologna
1900	BIANCHI Torello	Capitano 2° Regg. Genio	Via Indipendenza, 20, Bologna
1903	BONETTI Luigi	Fabbricante di Apparati Elettrici	Via Alemanni, 2, Bologna
1900	BORIANI cav. Francesco	Ing. Capo dell'Ufficio Edilità ed Arte	Palazzo Comunale, Bologna
1898	CAIRO cav. uff. Enrico	Ing., Sotto-capo Servizio della Trazione	Ferrovie R. A., Bologna
1900	CALZOLARI Giorgio	Ing., R. Ispett. Ferrovie	Via Nazionale, 124, Roma
1904	CALZOLARI Leonello	Ing., Ass. di Elettrotecnica R. Scuola Ingegneri	Piazza dei Celestini, 4, Bologna
1900	CALZONI Adolfo	Dirett. Ditta Calzoni	Frazione Arcoreggio, 721, Bologna

Digitized by Google

1900	Canevazzi cav. Silvio	Ing., Prof. R. Scuola Ingegneri	Via Farini, 6, Bologna
1903	Cavalieri Ducati cavalier Antonio	Ingegnere	Corte Galluzzi, Bologna
1903	Cricca Pier Felice	Ing. di Sezione del Real Corpo del Genio Civile	R. Genio Civile, Cuneo
1900	Dalla Noce Antonio	Ingegnere	Via Asse, 7, Bologna
1900	De Benedetti cav. Domenico	Ing. Ispett. Telegrafi	Uff. Telegrafi, Parma
1900	Diana Ernesto	Ing., Dirett. Società Anonima « La Brianze »	Merate
1900	Donati Alfredo	Ing., Ispett. Ferrovia R. A.	Via Santo Stefano, 1, Bologna
1900	Donati cav. Luigi	Dott. Prof. R. Scuola Ingegneri	Fuori Porta Saragozza, 556, Bologna
1904	Fanelli Pietro	Ingegnere	Via Cavaliera, 7, Bologna
1903	Farolfi Aldo	Ingegnere	Via Sant' Isaia, 39, Bologna
1904	Gaglio Giovanni	Ing., Dirett. Tecnico Telegrafi	Uff. Telegrafi, Parma
1900	Gaiani Augusto	Ingegnere	Frazione S. Ruffillo, 47, Bologna
1900	Galotti cav. Giuseppe	Industriale	Via Galliera, 12, Bologna
1900	Gasperini cav. Cleto	Ingegnere	Via Castiglione, 30, Bologna
1900	Goria Rocco Agostino	Ing., R. Ispett. Ferrovie	Ancona
1900	Gorrieri Domenico	Ing., Prof. R. Scuola Ingegneri	Via Zamboni, 34, Bologna
1900	Greppi Luigi	Ing., Ispett. Capo Ferr. R. A.	Via de' Mille, 5, Bologna
1900	Gullini Arrigo	Ing., Ispett. Capo Movimento Ferrovie R. A.	Venezia
1904	Jachia Vittorio	Ing., Uff. telegrafico	Uff. Telegrafi, Roma
1900	Jannuzzi Carmelindo	Ingegnere	Ditta Ganz, Forlì
1904	Jona Mario	Ing. Lab. Pirotecnico	Via Rialto, 22, Bologna
1900	Kitt Gaspare	Ing. Soc. Sviluppo Luce Elett.	Via Galliera, 12, Bologna
1903	Landini cav. Giuseppe	Ing., Dirett. Tram Bologna-Vignola	Frazione S. Giuseppe, 610, Bologna

Digitized by Google

1900	LANINO Barnaba	Ing., Ispett. Ferrovie R. A.	Via Poggiale, 19, Bologna
1897	LANINO cav. Pietro	Ingegnere	Via Barberia, 22, Bologna
1904	LOLLINI cav. Riccardo	Ing., Isp. Capo Ferrovie R. A.	Via Sant'Isaia, 20, Bologna
1901	MACCAFERRI Umberto	Ing., Ispett. Ferrovie R. A.	Lecce
1901	MARIENI Salvatore	Ing., Ispett. Ferrovie R. A.	Via Indipendenza, 32, Bologna
1904	MARTINOTTI Piero	Ten. 2° Regg. Artigl. da Campagna	Pesaro
1900	MASETTI ZANNINI Antonio	Ingegnere	Via Nosadella, 45, Bologna
1903	NOVI Michelangelo	Ing., Ispett. Ferrovie R. A.	Via d'Azeglio, 16, Lologna
1900	OLPER Leone	Ing., Controll. Princip. Telegrafi Ferrovie R. A.	Via Indipendenza, 29, Bologna
1901	PACILLI Emidio	Ing., Ispett. Ferrovie R. A.	Stazione ferroviaria, Lecco
1904	PANCALDI Augusto	Industriale	Mura Lame, 11-13, Bologna
1901	PERETTI Manfredo	Ing. Soc. Siemens-Schuckert	Via Victor Hugo, 2, Milano
1901	RAFFI Pasquale	Ing., Dirett. Cartiera in Sassuolo	Sassuolo
1900	RAMPONI cav. Pietro	Ingegnere	Via Imperiale, 10, Bologna
1900	RASERI cav. Medardo	Ing., Isp. Capo Off. Ferr. R.A.	Via Indipendenza, 56, Bologna
1903	RINALDI cav. Rinaldo	Ing., Capo Serv. Movimento Ferrovie R. A.	Via Farini, 24, Bologna
1904	RIZZOLI Gustavo	Ing., Assist. di Elettrotecn. R. Scuola Ingegneri	Mura interne Mazzini, 4, Bologna
1900	RIZZOLI Luigi (juniore)	Ingegnere	Via Santo Stefano, 130, Bologna
1905	SANDONINI Lino	Ingegnere	Via Indipendenza, 34, Bologna
1900	SEBASTIANI Adolfo	Ingegnere	Via Ludovisi, 36, Roma
1903	SELLI Tito	Ingegnere	Via San Vitale, 39, Bologna
1897	SILVA cav. Angelo	Dir. Soc. Parmense di Elettr.	Parma
1904	STRAMEZZI Giuseppe	Laureando Ingegnere	Piazza Celestini, 4, Bologna

Digitized by Google

1901	TORNANI Emanuele	Ing., Ass. di Meccan. applic. alle costruz. - R. Sc. Ingeg.	Via Calderini, 1, Bologna
1900	TREVES Jacopo	Ispett. Capo Ferrovie R. A.	Bari
1905	VASSURA Giuseppe	Professore	Forlì

SOCI COLLETTIVI.

1904	Società Anonima « Les Tramways de Bologne »	Bologna
1897	Società Parmense di Elettricità	Parma
1902	Società per lo Sviluppo delle Imprese Elettriche in Italia Impianto di Bologna	Via Galliera, 12, Bologna
1900	Società Strade Ferrate Meridionali R. A.	Bologna

SOCI STUDENTI.

1904	DALPRATO Luigi	Studente	Via Mazzini, 48, Bologna
1904	FUSCONI Polibio	Idem	Via Orto Botanico, 9, Bologna
1904	GILARDI Vittorio	Idem	Frazione S. Giuseppe, 289, Bologna
1904	MAGNANINI Giorgio	Idem	Via Indipendenza, 67, Bologna
1904	MAGRINI Silvio	Idem	Via Galliera, 6, Bologna
1904	NOCELLI Leonida	Idem	Via Mazzini, 90, Bologna
1904	PUPPINI Umberto	Idem	Via Belle Arti, 39, Bologna
1904	TABARRONI Ildebrando	Laureando ingegnere.	Frazione S. Giuseppe, 289, Bologna

Digitized by Google

SEZIONE DI FIRENZE

(*Via dei Benci, 10*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: PASQUALINI prof. LUIGI.
Vicepresidente: SANTARELLI ing. GIORGIO.
Segretario: CASTELFRANCO ing. GUIDO.
Cassiere: PICCHI ing. ALBERTO.
Consiglieri: BAZZI prof. EUGENIO; MOLFINO ing. PIETRO; MAGRINI dott. FRANCO; SPALLICCI ing. DOMENICO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: CORSINI ing. ERNESTO; SIZIA cav. ing. FRANCESCO.

SOCI INDIVIDUALI.

1900	ABBATECOLA Livio	Elettric. Uff. Tecn. di Finanza	Firenze
1900	AMARI Michele	Ing.-Tecnico dell'Officina Galileo	Via dei Renai, Firenze
1897	AMBROSANO Edoardo	Ingegnere	Viale Principe Eugenio, 20, Firenze
1900	BAGNOLI Ugo	Direttore delle Miniere	Orbetello
1900	BAZZI Eugenio	Prof. di Fisica R. Ist. Tecnico	Firenze
1899	BIBOLINI Vittorio	Ingegnere	Via Zanobi, 4, Firenze
1904	BOCCIARELLI Piero	Ingegnere Industriale	Viale Margherita, 19, Firenze
1903	CAISOTTI DI CHIUSANO Carlo	Ing. Officina Galileo	Firenze
1903	CAMBI Alfonso	Esercente Impianti Elettrici	Via del Limbo, Firenze
1903	CASTELFRANCO Guido	Ing. Prof. di Meccanica alla Scuola Leonardo da Vinci	Via Castellaccio, 10, p. p., Firenze
1903	CHIARI Cesare	Ingegnere	Via Pellicceria, 6, Firenze
1900	CINI Giovanni Cosimo	Industriale	Piazza d'Azeglio, 19, Firenze

Digitized by Google

1903	COLOMBI Carlo	Ing. - Italian Tobacco Regie. Governement Office	1, Broadway, New York
1900	CONTI Antonio	Ingegnere	Via Santa Caterina, 8, Firenze
1902	CORSINI (dei principi) Ernesto	Ingegnere	Via del Prato, 40, Firenze
1900	DAUPHINÉ Mario	Ing. Rappr. la Ditta Franco Tosi di Legnano	Piazza Indipendenza, 12, Firenze
1900	DE GORACUCHI cav. Fiorenzo	Rappresentante	Via Alfieri, 6, Firenze
1900	DESANTI Amerigo	Ing. Soc. Anon. di Elettricità	Bologna
1902	DUNN William	Dottore	Via Tornabuoni, 9, Firenze
1903	FANO cav. Giulio	Prof. all' Ist. di Studi Super.	Viale Principe Eugenio, 11, Firenze
1900	FARINA on. cav. Emilio	Industriale	Viale Macchiavelli, 19, Firenze
1905	FERRARI Carlo	Ing. Soc. Gen. Telefoni	Via Pecori, 6, Firenze
1900	FUNAIOLI Ugo	Ing. Ditta A. Dall'Eco e Prof. di Mecc. Sc. Leon. da Vinci	Via Giotto, 10, Firenze
1904	GIORGI Pier Luigi	Ing. Rappres. Ditte Gadda, Brioschi & Finzi	Via de' Saponai, 5, Firenze
1903	GREGORY SMITH	—	Villa Bel Riposo, San Domenico, Firenze
1905	LATIS Giuseppe	—	Via Sant'Ambrogio, 5 Firenze
1900	LENCI cav. Giuseppe	Ingegnere	Via Ricasoli, 19, Firenze
1905	MAGHERINI Silvio	Impresario Costruzioni; Propr. Impianto Elettr. Rovezzano.	Via Arcivescovado, 1 Firenze
1902	MAGINI Giuseppe	Elettricista	Montepulciano, Siena
1897	MAGRINI Franco	Dott. Dirett. della Soc. Tosc. per Imprese Elettriche	Via Masaccio, 39, Firenze
1900	MARCHI Giuglielmo	Elettricista	Piazza del Duomo, 18. Firenze
1904	MARIANI cav. Guido	Direttore Locale Telegrafi	Firenze
1897	MARTINEZ Giulio	Gerente Officina Galileo	Firenze
1903	MARTINI Guido	Ingegnere	Piazza Beccaria, 5, Firenze
1901	MINUTI Florenzio	Esercente Impianti Elettrici	Via Vecchietti, 4, Firenze
1903	MOLFINO Pietro	Dirett. Agenzia Soc. Gener. Ital. Telefoni.	Via Pecori, 6, Firenze

Digitized by Google

1900	Mondolfi Alberto	Ing. Soc. Tosc. per Impr. Elett.	Via Agnolo, Firenze
1904	Morghen Arnolfo	Prof. di Fisica al R. Liceo Michelangelo	Via della Colonna, Firenze
1898	Niccolini Ferruccio	Professore, ingegnere	Via Cavallotti, 2, Pisa
1901	Niccolini march. Giorgio	Ingegnere, industriale	Via Scialoia, 19, Firenze
1899	Pacinotti Antonio	Prof. di Fis. Tecn. R. Univers.	Pisa
1900	Papini Carlo	Industr. Ditta Success. Lôthe	Via Nazionale, 4, Firenze
1897	Pasqualini cav. Luigi	Prof. Officina Galileo	Via Masaccio, 77, Firenze
1901	Petrilli Augusto	Elettricista	Via Brunelleschi, Firenze
1900	Pflaumer Fritz	Ing. Soc. Tosc. Impr. Elettr.	Via Agnolo, Firenze
1900	Piacani Eugenio	Ing. Capo Tramvie elettriche	Livorno
1900	Picchi Alberto	Ing. Prof. di Elettrot. e Mecc. alla Scuola Leon. da Vinci	Via Pandolfini, 26, Firenze
1902	Pietrini Pio Massimo	Ten. 19° Regg. Artiglieria	Firenze
1899	Pontecorvo Lello	Ing. Soc. Ganz & C.	Via Artisti, 19, Firenze
1902	Pozzolini Luigi	Ingegnere	Piazza Santo Spirito, 10, Firenze
1900	Rambaldini Giovanni	Ingegnere	Monselice
1901	Rampoldi Attilio	Ingegnere	Piazza d'Azeglio, 15, Firenze
1903	Remondini Rodolfo	Cinematografista	Piazza Vittorio Emanuele, 5, Firenze
1900	Ricci Francesco	Prof. di Fisica R. Istit. Tecn.	Firenze
1905	Rognetta Francesco	Ing. Direttose della Ferrovia Sant'Ellero-Saltino.	Via della Scala, 33, Firenze
1900	Roiti Antonio	Prof. di Fisica R. Ist. di Studi Superiori	Firenze
1905	Rosselli Angiolo	Ing. Dirett. della Miniera del Siele	Santa Fiora (Grosseto)
1903	Roster Alighiero	Ing. Ufficio Impianti Elettrici	Piazza Davanzati, 2, Firenze
1897	Santarelli Giorgio	Ing. Success. della Ditta A. Dall' Eco	Via Giotto, 10, Firenze
1904	Sequi Ubaldo	Dott. Direttore della Ferriera	San Giovanni in Valdarno
1900	Sizia cav. Francesco	Ing. R. Ispettorato Ferrovie	Circolo di Firenze

Digitized by Google

1903	Spallicci Domenico	Ing. Capo Tramways Fiorent.	Firenze
1900	Tarchiani Vittorio	Ingegnere	Via Strozzi, 1, Firenze
1900	Tolomei Mario	Ing. Uff. Tecnico Provinc.	Firenze
1901	Triulzi Paolo	Tecnico dell'Officina Galileo	Via Cento Stelle, 56, Firenze
1900	Uguccioni Alessandro	Rappr. Soc. Langen & Wolff	Piazza Signoria, 6, Firenze
1904	Verità Attilio	Esercente Impianti Elettrici	Via Cento Stelle, 63, Firenze
1900	Vimercati conte cav. uff. Guido.	Prof. Dirett. Scuola di Comm. Leon Battista Alberti	Lungarno Zecca, 2, Firenze

SOCI COLLETTIVI.

1903	Direzione Tramways Fiorentini	Viale Militare, 87, Firenze
1900	La Fondiaria, Compagnia d'Assicurazione contro l'Incendio	Piazza Vittorio Emanuele, 6, Firenze
1903	Scuola Professionale Leonardo da Vinci (Elettrotecnica e Meccanica)	Via della Scala, 18-c, Firenze
1903	Società Telefoni Italia Centrale	Via Vecchietti, Firenze
1899	Società Toscana Imprese Elettriche	Piazza Davanzati, 2, Firenze

SEZIONE DI GENOVA

(*Via David Chiassone, 7*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: Rumi cav. uff. prof. ing. A. Sereno.
Vicepresidente: Reggio march. cav. ing. on. Giacomo.
Segretario: Anfossi ing. Giovanni.
Cassiere: Audisio comm. Saverio.
Consiglieri: Appelius ing. Carlo; Dosmann ing. cav. Gustavo; Galliano ing. Salvatore: Sertorio ing. Domenico.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: Anfossi ing. Giovanni; Buffa ing. Mario.

Digitized by Google

SOCI INDIVIDUALI.

1898	AMMIRATO Giuseppe	Ing. Dirett. Società Ligure di Elettricità	Piazza S. Luca, 8, Genova
1900	ANFOSSI Giovanni	Ing. Società Acquedotto Galliera	Via Bertani, 2, Genova
1905	ANNOVAZZI Pietro	Ingegnere	Galleria Mazzini, 2, Genova
1897	APPELIUS Carlo	Ing. Società O. E. G.	Via del Campo, Genova
1900	AUDISIO Gino	Ing. Soc. Fonderie in ghisa e costruzioni meccaniche	Via Polleri, 6, Genova
1897	AUDISIO comm. Saverio	Dirett. Società Acquedotto De Ferrari-Galliera	Via Balbi, 2, Genova
1897	BIGIO cav. uff. Antonio	Pres. Società Acquedotto Galliera	Via Balbi, 2, Genova
1897	BOCCARDO Edoardo	Ingegnere	Via Celesia, Rivarolo Ligure
1903	BOCCIARDO Arturo	Ing. Ditta Rossi e Schmidt	Via Canevari, 39, Genova
1899	BONANNI Cornelio	Ingegnere	Via S. Ugo, 5-9, Genova
1899	BRUZZO Maurizio	Ingegnere	Corso Solferino, 27, Genova
1899	BUFFA Mario	Ing. Dir. Ufficio Elettrotecnico Navale	Via XX Settembre, 31, Genova
1897	CAPELLINI Vittorio	Ispett. Serv. Elettrico Società Acquedotto Galliera	Via Balbi, 2, Genova
1897	CARLI Carlo	Elettricista Società A. E. G. Thomson-Houston	Via SS. Giacomo e Filippo, 19, Genova
1898	CATTANEO march. Gioacchino	Ingegnere	Via Assarotti, 5-1, Genova
1903	CAVALLARO Salvatore	Ingegnere	Via XX Settembre, 6, Genova
1900	CELLE cav. Giuseppe	Ingegnere	Via Galata, 26, Genova
1898	CUNEO Nicolò	Prof. Dirett. Officina Elettrica Camogli-Recco	Rapallo
1899	DINARO Salvatore	Prof. Scuola Arti e Mestieri	Genova
1897	DOSSMANN cav. Gustavo	Ing. Fabbrica Nazionale di Accumulatori Tudor	Corso Ugo Bassi, 26, Genova

Digitized by Google

1905	ERBSLOCH Paolo	Ing. Fabbrica Nazionale di Accumulatori Tudor	Corso Ugo Bassi, 26, Genova
1899	FINOCCHIETTI Ettore	Ing. Dirett. dell'Esercizio della Società Acquedotto Galliera	Via S. Luca, 12-9, Genova
1903	FONSECA Henry	Ingegnere	Via Caffaro, 3, Genova
1899	FOSSATI Giovanni	Ingegnere	Via Cairoli, 15, Genova
1903	GAGGIA Achille	Ingegnere	Feltre (Veneto)
1897	GALLIANO Salvatore	Ing. Dirett. Società Telefonica	Vico Tintori, 1, Genova
1898	GARIBALDI Cesare	Ingegnere, professore	R. Scuola Superiore Navale, Genova
1897	GIBELLI cav. Raffaele	Ing. Dirett. Stabil. Körting di Sestri Ponente	Via Serra, 2, Genova
1898	GIPPINI Ernesto	Cap. Dirett. Offic. Galvanica presso la Scuola Arti e Mestieri	Piazza San Matteo, 19-12, Genova
1905	GISMONDI Federico	Ing. Fabbrica Nazionale di Accumulatori Tudor	Corso Ugo Bassi, 26, Genova
1903	GNECCO Eugenio	Industriale	Via S. Giorgio, 2-13, Genova
1904	KÖNIGHSEIM Sigmund	Ispettore delle O. E. G.	Via del Campo, Genova
1905	LOCARNI Vittorio	Ing. Dirett. Stabil. Elettrotecnico Ansaldo, Armstrong e C.	Cornigliano Ligure
1897	MASSA Giuseppe	Ispett. Illuminaz. Elettrica del Municipio	Genova
1899	MINGARELLI Augusto	Ispett. Tecn. Società Bergamasca di Elettricità	Bergamo
1901	MOLTINI Pietro	Costruttore elettrotecnico	Salita S. Maria di Castello, 1, Genova
1897	OMODEI Domenico	Dottore, professore	Vico S. Luca, 2-8, Genova
1897	PIAGGIO Carlo	Ing. Amm. Società Eserc. Bacini	Piazza Nunziata, 18, Genova
1898	PIVA Giuseppe	Ing. Fabbrica Nazionale di Accumulatori Tudor	Corso Ugo Bassi, 26, Genova
1904	RAVÀ Emilio	Ingegnere	Via S. Luca, 10, Genova
1897	REGGIO march. cav. Giacomo	Ingegnere, deputato al Parlamento	Via Galata, Genova

Digitized by Google

1904	Risso Luigi	Officine Elettriche Genovesi	Piazza Scuole Pie, Genova
1901	Robbo Guido	Ing. Fabbrica Nazionale di Accumulatori Tudor	Corso Ugo Bassi, 26. Genova
1901	Rodocanachi Demetrio	Ingegnere	Via Carlo Felice, Genova
1898	Rossi Giuseppe	Ditta Rossi e Schmidt - Impianti Elettrici	Via S. Chiara, 2-9, Genova
1897	Rumi cav. uff. Sereno A.	Ingegnere, professore	Via S. Luca, 3-B, Genova
1899	Schenone Giovanni	Ispettore O. E. G.	Via Casaregis, 42-2, Genova
1905	Schmidt Edmondo	Ing. Ditta Rossi e Schmidt	Via S. Luca, 1, Genova
1903	Sciutto Giulio	Armatore	Via S. Croce, 9-3, Genova
1897	Sertorio Domenico	Ingegnere	Via Ponte Reale Genova
1905	Squassi Francesco	Ing. Stabil. Koerting, Sestri Ponente	Via Brignole De Ferrari, 14-6, Genova
1897	Tarditi Achille	Ingegnere	Posta - Casella 67, Genova
1897	Thoma dott. cav. Max	Ing. Dir. O. E. G.	Via del Campo, Genova
1897	Timosci cav. uff. Luigi	Ingegnere	Salita S. Caterina, 8, Genova
1900	Valle Rinaldo	Ingegnere	Via Assarotti, 42-6, Genova
1905	Vigo Agostino	Industriale	Voltri
1905	Wichmann Johanns	Ingegnere	Corso Ugo Bassi, 26, Genova

SOCI COLLETTIVI.

1897	Ditta Alimonda e Burgo	Via XX Settembre, Genova
1902	Ditta Attilio Pozzo	Piazza Fossatello, Genova
1898	Officine Elettriche Genovesi	Via del Campo, Genova
1898	Società Acquedotto De Ferrari-Galliera	Via Balbi, 2, Genova
1902	Società Esercizio Bacini	Genova
1901	Società Generale Italiana Telefoni	Vico Tintori, 1, Genova
1902	Unione Italiana Tramways Elettrici	Via Bobbio, 28, Genova

Digitized by Google

SEZIONE DI MILANO

(*Via San Paolo, 10*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: BERTINI ing. ANGELO.
Vicepresidente: MOTTA ing. GIACINTO.
Segretario: SEMENZA ing. GUIDO.
Cassiere: BIANCHI Ing. ANGELO.
Consiglieri: ARCIONI ing. VITTORIO; CIRLA ing. ERNESTO; CONTI ing. ETTORE; FUMERO ing. ERNESTO; MAGRINI ing. LUIGI; PANZARASA ing. ALESSANDRO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: CAURO ing. LUIGI; CIVITA ing. DOMENICO; MAGATTI ing. EMILIO; MERIZZI ing. GIACOMO; PONTIGGIA ing. LUIGI; PONTREMOLI ing. GIUSEPPE; SCOTTI ing. ALESSANDRO.

SOCI INDIVIDUALI.

1904	ADAMI Albano	Ingegnere	Bastia di Padova
1904	ALESSANDRI Eugenio	Ing. Soc. Ceramica Richard-Ginori - Stabil. di Doccia	Sesto Fiorentino
1897	ALMAGIÀ Edoardo	Ing., Rappr. Impr. Edoardo Almagià	Alessandria d'Egitto
1897	AMMAN comm. Edoardo	Dottore	Via Oriani, 8, Milano
1897	ANELLI Ferdinando	Ingegnere	Desenzano sul Lago (Brescia)
1904	ANELLI Francesco	Ingegnere	Via Rezia, 9, Pavia
1897	ANCONA cav. Ugo	Ing., Prof. al R. Politecnico di Milano	Via A. Manzoni, 41, Milano
1903	APOSTOLI Silvio	Ing. Dirett. Tecn. Soc. Forze Motrici dell'Anza	S. Canciano, 6053, Venezia
1897	ARCELLASCHI Leonardo	Elettricista	Via per Torno, 54, Como
1901	ARCIONI Vittorio	Ingegnere	Via Paolo Frisi, 1, Milano
1899	ARNABOLDI Antonio	Ing., professionista, con studio tecnico industriale	Via Unione, 35, Como

Digitized by Google

1897	Arnò Riccardo	Prof. R. Politecnico	Via Quintino Sella, 3, Milano
1904	Ascoli Mario	Ingegnere	Piazza Cordusio, 2, Milano
1899	Azari Mario	Ing., Dirett. Tecnico della Consociazione Milano.	Via Pontaccio, 12, Milano
1904	Balsamo Natale	Ing. Ufficio Tecn. municipale	Via Solferino, 12, Milano
1904	Banfi Enrico	Ing., Consigl. Soc. An. per distrib. energia elett., Ing. Banfi, Ing. Ufficio Comm. Gadda & C., Brioschi, Finzi & C. Milano	Vimercate (Milano)
1902	Banzatti Giuseppe	Segretario R. Telegrafi	Via Solferino, 5, Milano
1902	Barassi Vittorio	Ing., Ispett. Assoc. Industriali d'It. per prevenire gl'infortuni sul lavoro	Foro Bonaparte, 65, Milano
1903	Barbagelata Angelo	Ing., Insegnante Tecnol. Elett. Scuola Umanitaria	Via Annunciata, 9, Milano
1898	Barberis Giovanni	Ing., Dirett. Soc. Sviluppo Impr. Elettriche	Via Vincenzo Monti, 14, Milano
1897	Barni Edoardo	Ing., Dirett. Tecn. Soc. Porta & C., Officina elettrica	Brescia
1904	Barosi Giovanni	Ingegnere	Piazza Durini, 7, Milano
1897	Barzanò Carlo	Ingegnere	Via S. Andrea, 6, Milano
1902	Bas Enrico	Ing. Soc. Italiana Œrlikon	Via Principe Umberto, 17, Milano
1902	Bassi Rinaldo	Dirett. Off. Ditta Gadda & C., Brioschi, Finzi & C.	Via G. Gherardini, 3, Milano
1899	Bassoli Carlo	Ingegnere	Via Broletto, 35, Milano
1904	Bellini Virgilio	Ingegnere	Corso S. Celso, 42, Milano
1904	Belotti Sante	Ingegnere	Via S. Antonio, 9, Milano
1897	Bertini Angelo	Ing. Dirett. Tecn. Soc. It. Edison	Via Guastalla, 11-A, Milano
1897	Besostri Piero	Ing. Ditta Gadda & C.	Via Morigi, 5, Milano
1897	Bianchi Angelo	Ing. Studio Elettr., Consulente Ing. A. Panzarasa	Via Solferino, 1, Milano
1901	Bignami Enrico	Pubblicista	Circonvallazione, 104-B, Lugano

Digitized by Google

1897	Bisutti Ugo	Ingegnere	Via Statuto, 23, Milano
1901	Blanc Henry	Rappr., Ufficiale d'Accademia	Via Leopardi, 25, Milano
1903	Bogni Malachia	Ingegnere	Sesto Calende
1897	Boilleau U. Gauldrée	Ingegnere	Corso Venezia, 82, Milano
1897	Bonomi Gaetano	Ingegnere industriale	Via Gesù, 10, Milano
1903	Borella Luigi	Ingegnere	Intra
1897	Boselli Luigi	Ing., Ger. Studio Tecn. Industriale	Via Moscova, 18, Milano
1899	Bracco Giambattista	Ingegnere	Foro Bonaparte, 57, Milano
1904	Brazzola Carlo Vincenzo	Ingegnere	Corso Genova, 16, Milano
1897	Breda cav. uff. Ernesto	Ingegnere	Via Bordoni, 9, Milano
1897	Brioschi Franco	Ing. Ger. Ditta Brioschi, Finzi & C.	Foro Bonaparte, 21, Milano
1898	Brison Henri	Ing., Direct. Société d'Entr. Élec., Genève	Rue de Longchamp, 106, Paris
1903	Brown C. E. L.	—	Römerburg, Baden (Suisse)
1901	Bruni Paolo	Ing., Tecnomasio Brown-Boveri	Via Pace, 10, Milano
1897	Buschetti Claudio	Ingegnere	Via Jacopo da Diacceto, 2, Firenze
1904	Calandri cav. uff. Alfonso	Dirett. Agenzia Venezia-Mestre Soc. Gen. Ital. Telefoni	Calle del Carro, 1630, Venezia
1899	Calderini cav. Ampelio	Ingegnere	Via Lazzaro Palazzi, 10, Milano
1901	Campos Gino	Ing. Stabil. C. Olivetti	Via Broggi, 4, Milano
1898	Canali Archimede	Ing., Dirett. Tecn. Società Monzese di Elettricità	Monza
1901	Cappelli Marco	Rappresentante	Via Gorani, 4, Milano
1897	Caprotti Bernardo	Ind. - Filatura, Tintoria e Tessitura di cotone	Ponte Albiate (Milano)
1901	Carcano Francesco	Ing. Società Edison	Milano
1903	Castoldi Enrico	—	Senna Lodigiano

Digitized by Google

1900	CASTOLDI Marco	Ingegnere	Via Sant' Agnese, 6 Milano
1897	CAURO Luigi	Ingegnere	Via Principe Umberto, 28, Milano
1897	CENI Antonio	Avvocato	Via Andegari, 15, Milano
1897	CENTURIONE Carlo	Ing., Dirett. A. E. G. Thomson-Houston	Via SS. Giacomo e Filippo, 19, Genova
1897	CIRLA Ernesto	Ing. Capo e Proc. A. E. G. Thomson-Houston	Via Andegari, 18, Milano
1897	CIVITA Domenico	Ing., Dirett. Gen. Società Italiana di Elettricità, già Cruto	Alpignano (Torino)
1897	CLERICI Carlo	Ingegnere	Via Monforte, 48, Milano
1899	CLERICI Giampietro	Ingegnere	Via Gabrio Casati, 2, Milano
1903	COLABICH Pietro	Tenente di Vascello	Via Umberto I, 4, Padova
1897	COLOMBO Giuseppe	Senatore, ing., prof. R. Politecnico	Monte Napoleone, 22, Milano
1905	COLOMBO Vitaliano	Ingegnere	Cantù (Prov. Como)
1897	COLORNI Alberto	Ingegnere	Piazza S. Giovanni in Conca, 2, Milano
1898	COLTRI Carlo	Ingegnere	Salò (Brescia)
1900	COLUMBO Luigi Vincenzo	Ing., Dirett. Proc. Ditta Guzzi, Ravizza & C.	Via Pergolese, 11, Milano
1901	COMBONI Giuseppe	Ing., Ass. di Elettrotecnica al R. Politecnico di Milano	Via Andrea Appiani, 1, Milano
1897	CONTI Ettore	Ind., Ger. Soc. Gadda & C. - Macchine elettriche - Cons. S. A. Impr. Elett. Conti	Via Cappuccio, 14, Milano
1897	CORTE Enrico	Ingegnere Compania Alemana Transantlantica di Electric.	Calle Cujo, 961, Buenos Ayres
1901	CROCI Alfredo	Ingegnere	Via Leopardi, 8, Milano
1897	CUÉNOD Herman	Ingegnere	Rue Diday, 12, Ginevra
1903	DAINA Giulio	Ing., Dirett. Tecn. Soc. Benacense Elettric.	Salò
1897	DANIONI cav. Filippo	Ing. elettricista, Consulente	Calle del Ponte dell'Angelo, S. Marco, 386, Venezia

Digitized by Google

1897	De Andreis Luigi	Ing. ind. elettrotec., deputato al Parlamento	Via Volta, 19, Milano
1897	De Angeli comm. Ernesto	Senatore	Corso Vercelli, 135, Milano
1899	De Asarta conte Vittorio	Ingegnere	Latisana (Udine)
1898	De Benedetti Angelo	Ingegnere	Via Berchet, 2, Milano
1897	Decio Giulio	Ing. Ind., Propriet. stabilim. chimico	Ameno (Novara)
1897	De Filippi Carlo	Ragioniere	Via Lodi 9, Vicenza
1901	Del Grosso Luigi	Ind., Ger. Soc. Del Grosso & C.	Via Petrarca, 20, Milano
1899	Della Riccia cav. Angelo	Dottore, ingegnere	Avenue de l'Opéra, 31, Parigi
1901	Denti Eugenio	Ing., Regg. Sez. Elettrotec. Uff. Tecn. Prov. di Milano	Viale Umberto, 4, Milano
1899	Dessy Flavio	Ingegnere	Tornavento, Lonate Pozzolo (Milano)
1897	De Strens nob. Emilio	Ing., Ind., Proc. Gen. Casa Babcock & Wilkok	Via Aurelio Saffi, 12, Milano
1897	De Vleeschauver Gastone	Ingegnere	Via Quadronno, 43, Milano
1899	Diara cav. Vittorio E.	Rappresentante	Via Giacomo Leopardi, 32, Milano
1902	Egger A. Edoardo	Dir. Soc. It. Lahmeyer di Elettricità	Via Meravigli, 2, Milano
1897	Emanueli Leopoldo	Ingegnere	Ponte Seveso, 19, Milano
1897	Esterle Carlo	Ingegnere	Via Paleocapa, 2, Milano
1902	Faccio Gustavo	Ingegnere	Vaprio d'Adda
1903	Faccioli Giuseppe	Ing. Stanley Instrument Co.	Great Barrington Mass. (U. S. A.).
1903	Fadini Carmelo	Ing. Soc. Lombarda Distribuz. Energia Elettrica	C. P. Venezia, 61, Milano
1897	Fano Giacomo	Ingegnere	Via Agnello, 8, Milano
1903	Fasanotto Giuseppe	Ing., Impianto Idroelettrico del Ponale	Piazza Mercato, 3, Rovereto, Trentino
1899	Ferrari Alfonso	Ingegnere	Gallarate
1898	Ferrario cav. Costantino	Ing., libero professionista	Via Unione, 29, Como

Digitized by Google

1904	FINZI Giorgio	Dott., Ing. Elettrotec., Consigl. Del. Soc. Brioschi, Finzi & C., Dir. Com. Traz. elettrica	Piazza Castello, 24, Milano
1898	FINZI Vittore	Ing. Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft di Berlino	Monte Napoleone, 7, Milano
1899	FOGLIANI Gianluigi	Ing. Soc. A. E. G. Thomson Houston	Via Ausonio, 16, Milano
1897	FOLTZER Emilio	—	Rivarolo Ligure
1900	FORTI Angelo	Ing. civ., libero professionista, Consigl. Del. Soc. Forze motrici dell'Anza e Consigl. Soc. Elettrica di Benevento	Foro Bonaparte, 63, Milano
1902	FORESTI Augusto	Ingegnere	Via Cavour, 11, Biella
1897	FOSCARINI Adolfo	Ing., Dirett. Tramvie Elettriche Società Edison	Via Alessandro Manzoni, 39, Milano
1900	FRANCESCHINI Muzio Scevola	Ingegnere	Via Victor Hugo, 2, Milano
1897	FRIGERIO Carlo	Ing., Ger. Soc. Ing. C. Frigerio & C. Traz. Elettr., Consigl. Del. Soc. Impr. elettr. abruzzesi	Via Berchet, 2, Milano
1900	FUMERO Francesco Ernesto	Ing., Dirett. Propr. Rivista *Elettricità* e Dirett. Riviste *Industria Elettrica, Telegrafia e Telefonia*	Via Victor Hugo, 4, Milano
1897	GADDA Giuseppe	Ing., Ger. Ditta Gadda & C.	Piazza Castello, 20, Milano
1899	GALLI Gaetano	Ing. Industr. Ufficio Tecnico Gadda, Brioschi, Finzi & C.	Corso Vittorio Emanuele, 30, Milano
1898	GATTA Dino	Ingegnere	Via Pisacane, 18, Milano
1904	GARFIELD Alexander Stanley	Elect. and Mechan. Engineer. Chief Eng. Comp. Française Thomson Houston, Consult. Eng. General Elec. Co, Compagnie Elect. Thomson Houston de la Méditerranée	Avenue de Malakoff, 67, Parigi
1901	GAVAZZI Adolfo	Ind., Propr. e Dirett. Fabbr. Apparecchi Elettrici	Via S. Nicolao, 2, Milano
1903	GEIGER Arminio	Ing. Soc. A. E. G. Thomson Houston	Via Manzoni, 23, Milano
1898	GENTILE Marco Tullio	Ing., Libero professionista	Via Solferino, 7, Milano
1904	GHETTI Ottaviano	Ing. Studio Elettrotecnico, Consul. Ing. A. Panzarasa	Via Lecco, 10, Milano

Digitized by Google

1903	GIANNETTI Luigi	Ing. Tecn. Tecnomasio Ital. Brown-Boveri	Via S. Sisto, 5, Milano
1899	GIANFRANCESCHI Vittorio	Ingegnere	Via Solferino, 11, Milano
1899	GIORDANO Giuseppe	Ing., Dirett. Officine comunali	Fiume (Ungheria)
1901	GIORGETTI Gian Teodoro	Ingegnere elettrotecnico	Via Volta, 56, Como
1901	GIOVANOLA Pietro	Ing., Dirett. Municipale Servizio Tramviario	Via Torquato Tasso, 7, Milano
1897	GIUSSANI Antonio	Ingegnere, professionista	Piazza Roma, 7, Como
1901	GIUSSANI Tommaso	Off. Sesto S. Giovanni, Camona, Giussani, Turrinelli & C.	Sesto S. Giovanni
1897	GRASSI Francesco	Ing. Prof. Soc. Incoraggiam.	Via Bossi, 2, Milano
1904	GRAZZANI Marcello	Ing. Dir. Soc « L' Elettricità »	Via Beccaria, Sondrio
1897	GUZZI Palamede	Ing. Ditta Guzzi, Ravizza & C.	Corso Buenos Ayres, 54, Milano
1901	HESS Lodovico	Rappresentante	Via Fatebenefratelli, 15, Milano
1898	HOEPLI comm. Ulrico	Dottore, Editore Libraio	Galleria De Cristoforis, 59-63, Milano
1902	JARACH Federico	Tenente di Vascello	Via Vincenzo Monti, 23-A, Milano
1897	JONA Emanuele	Ing., Capo Elettricista Ditta Pirelli & C.	Via Principe Amedeo, 5, Milano
1904	LA MOITIÉ M. Emilio	—	Via Lauro, 9, Milano
1898	LA PORTA Andrea	Ing. Soc. Italiana Œrlikon	Via Principe Umberto, 27, Milano
1897	LAVATELLI Carlo Alberto	Ingegnere	Foro Bonaparte, 67, Milano
1902	LECOULTRE Ernesto	Ing. Soc. Italiana Œrlikon	Via Principe Umberto, 17, Milano
1897	LERCO Roberto	Ditta Lerco, Vincent & C.	Via Estramurale Modugno, Bari
1902	LIEB comm. John W. Junior	Ing. ind., Vice Pres. & Assoc. General Manager The New York Edison Company	New York City, 55, Duane Street (U. S. A.)
1898	LOCATELLI Giuseppe	Ing. elettr. tecn. Soc. Gen. It. Edison di Elettricità	Via Cappuccio, 13, Milano
1897	LONGHI Carlo	Ingegnere	Via Orefici, 2, Milano
1903	LOVERDE Niccolò	Ingegnere	Fermo Posta, Milano
1902	LURASCHI Arnaldo	Ingegnere	Via Principe Umberto, 7bis, Milano

Digitized by Google

1902	Luzzati cav. Riccardo	Ing., Dirett. Soc. An. Prealpina per Imprese Elettriche	Via Staurenghi, 3, Varese
1897	Magatti Emilio	Ingegnere	Corso Concordia, 5, Milano
1897	Magrini Luigi	Ing., Ger. Lab. Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini & C.	Viale Monforte, 28, Milano
1898	Maifreni Francesco	Dirett. Off. Elettr. Illuminaz.	Adria (Rovigo)
1898	Manara Manarino	Ingegnere	Via Vincenzo Monti, 24, Milano
1902	Maroni Guido	Ing., Impr. Impianti Ind.	Cairo (Egitto)
1898	Marzoli Urbano	Ingegnere	Corso Porta Nuova, 24, Milano
1903	Mascarini Giovanni	Ing., Dirett. Imp. Elettr. Manif. Bottoni di Palazzolo s O.	Via S. Orsola, 7, Milano
1899	Mathieu Ferdinando	Elettricista	Via Monte Napoleone, 18, Milano
1901	Mauro Francesco	Ing. civ., M. S. C. E. Depart. of Navy, U. S. Navy Yard	S. C. U. S., Meeting Str., 18, Charleston (U. S. A.)
1904	Mazzola cav. Paolo	—	Bergamo
1897	Merizzi Giacomo	Ingegnere	Via Pace, 10, Milano
1897	Merlini Gerolamo	Ingegnere	Via Boccaccio, 18, Milano
1899	Merrone Salvatore	Ing., Dirett. Soc. Ital. Œrlikon	Via Principe Umberto, 17, Milano
1900	Mina Carlo	Ingegnere, professore	Via Moscova, 16, Milano
1897	Mochi Adolfo	Elettricista	Corso Porta Nuova, 36, Milano
1902	Montecorboli Piero	Ing. Société An. Westinghouse	Via S. Prospero, 1, Milano
1897	Monti Carlo	Ingegnere elettricista	Corso Porta Nuova, 36, Milano
1897	Monticelli Carlo	Ingegnere, Gerente Ditta Ing. Monticelli, Mochi e C.	Via Luigi Porta, 6, Pavia
1898	Motta Giacinto	Ing. Assist. Elettrotecn. R. Istit. Tecn. Sup.	Via S. Primo, 2, Milano
1905	Muzi Giuseppe	Ingegnere	Orvieto
1897	Nathan Adolfo	Ing. Meccan. Ger. Ditta Larini, Nathan & C..	Via Bigli, 15, Milano
1902	Negri Rinaldo	Ingegnere	Via Agnello, 6, Milano

Digitized by Google

1903	NEUHAUS Guglielmo	Officina Elettrotecnica	Via Peschiera, 5, Milano
1898	NICOLINI Eugenio	Ingegnere	Rue de la Chaussée d'Antin, 57, Parigi
1903	NOBILI Dino	Ing. Elettr., Capit. Genio, Ing. Ditta Olivetti & C.	Via Broggi, 4, Milano
1898	OLIVETTI Camillo	Ing., Ger. Soc. C. Olivetti & C.	Via Donizzetti, 33, Milano
1904	OLIVIERI Marco	Ingegnere	Via S. Spirito, 24, Milano
1897	OREFICI Giuseppe	Ingegnere elettricista	Via Grazie, 6, Brescia
1901	ORTONA Angelo	Ing. Soc. Casalese di Elettr.	Casale Monferrato
1902	OSS Domenico	Ing., Dirett. Scuola Artì e Mestieri di Trento	Via Paradisi, 5, Trento
1902	PAGAN Mario	Ingegnere	Corso Buenos Ayres, 14. Milano
1899	PAGNONI Ernesto	Industriale	Vaprio d'Adda
1902	PALANDRI Fabio	Ing., Ispett. Soc. Gen. It. Telefoni	Via Crociferi, 23, Roma
1901	PANDIANI cav. Enrico	Ingegnere	Via Boccaccio, 23, Milano
1897	PANZARASA Alessandro	Ing., Studio Elettrotec., Consulente	Foro Bonaparte, 42, Milano
1903	PESENTI Guido	Ingegnere	Via Ermete Novelli, Bergamo
1897	PIAZZA cav. Francesco	Dirett. Tecnico Stabilimento Pirelli & C.	Via S. Marco, 48, Milano
1897	PIRELLI comm. Giovanni Battista	Ing., Ger. Soc. Industriale Pirelli & C.	Via Ponte Seveso, 18, Milano
1905	PIRELLI Piero	Dottore	Via Ponte Seveso, 18, Milano
1897	PISANI cav. Adolfo	Rappresentante	Via Bonaventura Cavalieri, 4, Milano
1902	PITTER Antonio	Ing., Dirett. Tecn. Soc. It. Util. Forze Idraul. del Veneto	Calle Caotorta S. Angelo, 3566, Venezia
1905	PIVA Carlo Andrea	Ingegnere	Foro Bonaparte, 54, Milano
1904	PIZZI Luigi	Ind. - Tessitura Cotoni - Ger. Ditta L. Pizzi & C.	Via XX Settembre, 20, Busto Arsizio
1897	POGGI Gaetano	Rappr. Ditte Tosi, Tedeschi, Officina Galileo	Via Manzoni, 8, p. p., Spezia

Digitized by Google

1897	POLATTI Francesco	Ingegnere, professore	Piazza Quadrio, 12, Sondrio
1904	POLLAK Carlo	Ing., Dirett. A. E. G. Thomson Houston	Piazza Castello, 5, Milano
1904	PONTI Gian Giacomo	—	First Str., 226, Pittsfield (Mass), U.S.A.
1898	PONTIGGIA Luigi	Ing., Dirett. Assoc. Ind. d'It. per prevenire infort. lavoro	Foro Bonaparte, 61, Milano
1901	PONTREMOLI Giuseppe	Ingegnere	Via Dante, 7, Milano
1897	PONZIO Giuseppe	Ing., Prof. I. T. S. di Milano	Corso Venezia, 42, Milano
1899	POZZI Giovanni	Ing., Vice-Dirett. Ist. Professionale Omar	Via Vittorio Emanuele, 44, Novara
1898	PRATO PREVIDE Roberto	Ingegnere	Corso Carlo Alberto, 35, Novara
1899	PUTATO Eugenio	Capo Riparto Soc. Lombarda per distrib. energia elettr.	Gallarate
1899	QUARENA Giovanni	Ingegnere	Gavardo (Brescia)
1897	RANCATI Arnaldo	Industriale	Via Tortona, 20, Milano
1901	REBORA Gino	Ing. Ditta Gadda, Brioschi, Finzi & C., Soc. Elettr. It.	Viale Venezia, 12, Milano
1901	REDAELLI Pietro	Ing., Ger. Ditta Giuseppe e Fratelli Redaelli	Lecco (Lombardia)
1897	REGONDI Ignazio	Ing., libero esercente	Via Dante, 12, Milano
1897	REINACH Ernesto	Industriale	Via Lario, 90, Milano
1901	REINACHER Gustavo	Ing., Compr. Impr. Elettrica Reinacher & Ott	Piazza Guido Monaco, 19, Arezzo (Toscana)
1897	RICCI Alessandro	Ingegnere	Mortara
1902	RICCIARDI Filippo	Costr. Ventilatori industriali, Proprietario	Via Nino Bixio, 17, Milano
1897	ROCCHINI Silvio	Ing., Dirett. Soc. Pavese di Elettric. « Alessandro Volta »	Via Robolini, 5, Pavia
1901	RONCALDIER Aldo	Ing. Tecnomasio It. Brown-Boveri	Via Pace, 10, Milano
1902	ROSSATO Vittorio	Ing. Tecn. Ditta Ing. Guzzi, Ravizza & C.	Via Vitruvio, 9, Milano
1904	ROSSI Francesco	Ing., Regg. Uff. Tecn. di Milano dell'Accumulatoren Wercke di Vitten a. e. R. (Germania)	Via Vittor Pisani, 7, Milano

Digitized by Google

1901	Rossi Giacomo	Costruttore macchine	Via Principe Amedeo, 11, Milano
1897	Rossi Luigi	Rappresentante, industriale	Piazza Paolo Ferrari, 8, Milano
1902	Roullier Carlo	Tecn. Comp. An. Continentale	Via Quadronno, 41-43 Milano
1901	Russi Ugo	Ing., Dirett. Tecn. Off. Gas e Centrale elettrica di Gorizia	Centrale elettrica (Usina 15), Gorizia
1899	Sacerdote Adolfo	Ing. Ditta Gadda, Brioschi, Finzi & C.	Via Boccaccio, 23, Milano
1902	Sacerdote Secondo	Ing. civ. ed elett., lib. profess., Perito Trib. di Milano	Via S. Marco, 46, Milano
1897	Saldini Cesare	Ing., Prof. Ord. di tecnologia meccan. R. Politecnico di Milano	Piazza S. Giovanni in Conca, 2, Milano
1897	Salmoiraghi comm. Angelo	Ing. Industr. strumenti ottica e precisione	Via S. Siro, 9, Milano
1897	Sartori Giuseppe	Ingegnere, professore	Via Michelangelo, 699 Trieste
1898	Scarzanella G. V.	Ingegnere	Via S. Vincenzino, 14, Milano
1904	Schalk v. d. Herman	Impiegato elettricista	Via Monte di Pietà, 1, Milano
1897	Scoppola Tullio Virginio	Dirett. Sez. Apparecchi Illum. Ditta Hensenberger	Via Volta, 4, Monza
1897	Scotti cav. uff. Alessandro	Ingegnere	Via Paleocapa, 4, Milano
1904	Scotti Foglieni Giuseppe	—	Via Foglieni, 21, Solza (Bergamo)
1897	Semenza Guido	Ingegnere	Via Paleocapa, 4, Milano
1904	Silva Angelo	Ingegnere	Seregno
1897	Sioli Legnani Steno	Ingegnere	Via Borgonuovo, 24, Milano
1899	Sodano Carlo	Ing. Soc. It. Lahmeyer di Elettr. Uff. Tecn. di Camerino	Camerino
1903	Soldati Nicola	Dottore	Via Buonarotti, 37, Milano
1899	Somaini cav. Francesco	Ind. Ger. Cotonificio Somaini & C.	Lomazzo
1898	Soncini Gino	Ingegnere	Via Garibaldi 45, Lodi
1901	Soragni Tullo	Ing. Tecn. della General Elec. Company	Schenectady N. Y., (U. S. A.)

Digitized by Google

1899	Sospizio cav. uff. Enrico	Ing., Dirett. delle Off. Gas ed Elettricità	Via Isella, 1, Trieste
1897	Sossich Antonio	Ingegnere	Via Brera, 11, Milano
1905	Stabilini Menotti	Ing. Elettr. Dir. Agenzia Sindacato lampade incand.	Corso 22 Marzo, 2, Milano.
1902	Steiner Oscar	Ing., Dir. Società Bianchi, Steiner & C.	Corso Venezia, 74, Milano
1897	Stigler comm. Augusto	Ingegnere, industriale	Via Galileo, 45, Milano
1904	Stucchi Prinetti Luigi	Ing., Ind. Tecn. Ditta Stucchi & C.	Via Tortona, 11, Milano
1897	Sturani Enrico	Ing., Add. al Gabinetto Elettr. dello Stab. Pirelli & C. in Milano	Via Quintino Sella, 4, Milano
1898	Tagliabue Romeo	Elettrotecnico, Costr. Ditta Brown-Boveri & C.	Baden (Svizzera)
1905	Tallero Emilio	Ing. Comitato Traz. Elettrica Dottore G. Finzi	Via S. Paolo, 16, Milano
1897	Tarlarini cav. Carlo	Ingegnere	Corso Vercelli, 135, Milano
1902	Taverna Cesare	Ing. elettr., Ing. Capo Société Anonyme Westinghouse	Vicolo Sciarra, 54, Roma
1902	Torchio Filippo	Electrical Engineer of the New-York Edison Company	Duane Street, 55, New-York city
1897	Trona cav. Vittorio	Ing., Ger. Soc. Sessa, Trona & C. per luce e forza di Novara-Guastalla, Ger. Soc. Sessa, Trona & C. luce e forza Mondovì e dintorni	Viale Venezia, 30, Milano
1897	Usigli cav. Arnoldo	Ingegnere	Via Cordusio, 2, Milano
1897	Valentini Ernesto	Elettricista	Via Donizzetti, 28, Milano
1897	Vanossi Lorenzo	Ingegnere	Viale Principe Umberto, 8, Milano
1903	Vannotti Ernesto	Ing., Dirett. Tecnomasio Italiano Brown-Boveri	Via Montebello, 39, Milano
1904	Venzaghi Achille	Ind. Tessitore Ditta Fratelli Venzaghi di Giuseppe	Via Mazzini, 13, Busto Arsizio
1897	Viglia Ettore	Ing. Soc. Tramvie e Ferrovie Elettriche di Roma	Via d' Azeglio, 24, Roma
1903	Vinca cav. Giovanni	Ispett. Princip. R. Telegrafi	Corso Magenta, 78, Milano

Digitized by Google

1898	VIGO Oreste	Rappresentante Ditta Sehr Fratelli	Via Cordusio, 8, Milano
1897	VITALE Maurizio	Ingegnere	Via Spiga, 24, Milano
1897	WEIL Edoardo	Ind., Rapp. Teleph. Fabr. Act. Ges, già F. Berliner, Hannover e Vienna e altri stabil.	Via Vincenzo Monti, 4, Milano
1899	ZANNONI Vittorio	Ing., Dirett. Soc. Elettrica V. Rinaldi & C.	Castelfranco Veneto (Treviso)
1899	ZORZOLI Marcello	Ingegnere	Via de iCattaneo, Novara
1897	ZUNINI cav. uff. Luigi	Ingegnere, professore	Foro Bonaparte, 49, Milano

SOCI COLLETTIVI.

1899	« A. E. G. Thomson Houston » Società Italiana di Elettricità	Piazza Castello, 5, Milano
1897	« L'Agognetta » Società Anonima per Industrie Elettriche	Via Depretis, 9, Voghera
1899	Associazione fra Esercenti Imprese Elettriche	Via Tommaso Grossi, 2, Milano
1902	Associazione Tramviaria Italiana	Viale Porta Romana, 40, Milano
1903	Bianchi, Muggiani e Sutermeister (ditta)	Intra
1903	Blackwell Robert W. (ditta)	Foro Bonaparte, 35, Milano
1902	Borghi Pasquale & Fratelli - Cotonificio	Via Moscova, 12, Milano
1901	Buseck M. & J., già Schroeder & C.	Corso Genova, 30, Milano
1904	C. Castellini & C.	Via Bossi, 2, Milano
1897	Crespi comm. Cristoforo Benigno, industriale, cav. del Lavoro, cav. della Legion d'onore	Via Borgonuovo, 18, Milano
1905	Deputazione Provinciale di Milano	Via Monforte, Milano
1901	Frua, Banfi & C.	Legnano
1899	Gadda & C.	Via Castiglia, 21, Milano
1903	Galimberti G. B. & Figli - Telerie	Osnago
1898	Hartmann & Braun	Foro Bonaparte, 54, Milano

Digitized by Google

1897	Hensemberger Giovanni, industriale proprietario della ditta dello stesso nome - Ufficio tecnico	Via Senato 14, Milano
1897	Ing. A. Riva, Monneret & C. - Costruttori meccanici	Via Cesare Correnti, 5, Milano
1899	Istituto Professionale Omar	Novara
1903	Lazzar & Marcon, Rappresentanti Generali per l'Italia della Karlsbader Kaolin für Industrie Gesellschfat - Fabbrica isolatori in porcellana	Sobborgo S. Antonio, Villa Borin, 218, Treviso
1899	Linificio e Canapificio Nazionale	Via Bigli, 10, Milano
1905	Manifattura Festi Rasini, Filatura di Cotone	Corso Venezia, 28, Milano
1901	Massoni & Moroni - Fabbrica di cinghie	Via Bergamo, 10, Milano
1897	*Monitore Tecnico* (giornale illustrato)	Piazza Carmine, 4, Milano
1898	Municipio di Milano	Palazzo Marino, Milano
1901	Officina Comunale Gas ed Energia Elettrica	Como
1899	Officine G. Galatti	Piazza Poste, 2, Trieste
1899	Officine Sesto San Giovanni, Camona, Giussani, Turrinelli & C. - Succursale di Milano, Sezione Esercizio Vetture elettriche	Via Spontini, 5, Milano
1904	Pesenti Fratelli fu Antonio - Fabbrica di cementi Portland - Calci idrauliche	Alzano Maggiore (Bergamo)
1897	Pirelli & C.	Via Ponte Seveso, 21, Milano
1897	Porta & C., Officina Elettrica	Brescia
1897	Scuola Industriale A. Rossi	S. Corona, 932, Vicenza
1904	Società Alzanese di Elettricità	Alzano Maggiore
1899	Società Anonima Brown-Boveri & C.	Baden (Suisse)
1897	Società Anonima di Costruzioni Elettriche Brioschi, Finzi & C.	Via Castiglia, 21, Milano
1897	Società Anonima JJ. Rieter & C.	Via Monte di Pietà, 24, Milano
1904	Società Anonima « La Prealpina » per Imprese Elettriche	Via Vellone, 3, Varese
1904	Société Anonyme Westinghouse, constructeur de matériel électrique et mécanique	Rue de l'Arcade, 45, Paris
1904	Società Bergamasca per la Distribuzione di Energia Elettrica	Viale Stazione, 24, Bergamo

Digitized by Google

1899	Società Ceramica Richard-Ginori - Fabbrica di porcellane e terraglie	Via S. Cristoforo, 115, Milano
1901	Società Comense A. Volta	Piazza Volta, 9, Como
1897	Società Generale Italiana Edison di elettricità	Via Tommaso Grossi, 2, Milano
1901	Società Incoraggiamento Arti e Mestieri	Via Santa Marta, 18, Milano
1901	Società Industriale Elettro-chimica di Pont-St-Martin	Via Tommaso Grossi, 10, Milano
1904	Società Italiana di Elettricità Siemens-Schuckert	Via Victor Hugo, 2, Milano
1901	Società Italiana, già Siry Lizar & C., di Siry Chamon & C.	Viale Porta Lodovica, 21-23, Milano
1898	Società Italiana Lahmeyer di Elettricità	Via Meravigli, 2, Milano
1897	Società Italiana Langen & Wolf	Via per Crescenzago, 160, Milano
1897	Società Italiana Œrlikon	Via Principe Umberto, 17, Milano
1897	Società Italiana per l'industria dei tessuti stampati, già De Angeli & C.	Corso Vercelli, 135, Milano
1904	Società Italiana per la Trazione Elettrica Ing. Meriggi, Diaz & C.	Vicolo Rovello, 1, Milano
1901	Società Italiana Strade Ferrate del Mediterraneo	Corso Magenta, 24, Milano
1901	Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica	Via Principe Umberto, 17, Milano
1899	Società Monzese di Elettricità	Monza
1899	Società Pavese di Elettricità A. Volta, Anonima Cooperativa	Via Mazzini, 4, Pavia
1904	Società per le forze idrauliche di Trezzo sull'Adda	Via Romagnosi, 1, Milano
1899	Società per lo Sviluppo delle Imprese Elettriche in Italia	Via Romagnosi, 1, Milano
1897	Società Telefonica Alta Italia	Pal. della Borsa, Via Orefici, 15, Milano
1903	Tecnomasio Italiano Brown-Boveri	Via Pace, 10, Milano
1901	Tosi Franco	Via Vittorio Emanuele, 28, Legnano
1902	Unione Telefonica Lombarda	Via S. Orsola, 1, Milano

Digitized by Google

SEZIONE DI NAPOLI

(*Regia Scuola di Applicazione degli Ingegneri*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: LOMBARDI prof. ing. LUIGI.
Vicepresidente: BOUBÉE comm. prof. F. C. PAOLO.
Segretario: DE BIASE ing. LUIGI.
Cassiere: SANNIA ing. ERNESTO.
Consiglieri: BONGHI cav. ing. MARIO; BRUNO comm. prof. GAETANO; CURTI ing. CAMILLO ALBINO; D'ORSO ing. GUSTAVO; FANO ing. GUIDO; GALIMBERTI ing. AUGUSTO (Società ferrovie del Vomero).
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: BONGHI cav. ing. MARIO; CARELLI ing. ALFONSO; CURTI ing. CAMILLO ALBINO.

SOCI INDIVIDUALI.

1904	ACQUAVIVA COPPOLA G.A.	Ingegnere	IV trav. Partenope pal. propr., Napol.
1903	ALGRANATI Giuseppe	Industriale	Via Calabritto, 20, Napoli
1901	ALLOCATI Nicola	Ing., Sotto-Ispett. Strade Ferrate del Mediterraneo	Via Cesare Rossaroll, 69, Napoli
1900	AMATO Tito	Ingegnere	Corso Garibaldi, 57, Napoli
1897	AMICARELLI cav. Francesco	Ing., Prof. Istituto Indust. delle Marche	Fermo
1902	ARIOLA Luigi	Tenente 24° Artiglieria	Vico Belledonne a Chiaia, 9, Napoli
1904	ASTUNI Giuseppe	Ingegnere	Galleria Umberto, 27, Napoli
1902	BARDINI Filippo	Ing. Capo Soc. Tramw. Napol.	Viale Elena, 5, Napoli
1903	BASEVI Augusto	Ing., Dir. Soc. An. Padov. per il Telef. ed Appl. dell'Elettr.	Via XX Settembre, 1, Padova
1997	BEATO Alfonso	Ingegnere	Via Giovanni Bausan, 60, Napoli
1904	BELLINI Ettore	Ing., Dott. in fis., ing. elettr. R. Mar., Dir. Artigl. e Arm.	Via Mentana, 2, Spezia

Digitized by Google

1903	BERNER Guglielmo	Ingegnere, Cotonificio	Piedimonte d'Alife
1897	BONGHI cav. Mario	Ing. Capo Soc. Gen. per l'illuminaz. napol., Consul. della Soc. Sud Italia ed Anonima Italo-Svizzera di Elettricità	Parco Margherita, 5, Napoli
1903	BORGSTRÖM Carlo	Ing. Soc. Meridionale di Elettr.	III trav. Partenope, 2, Napoli
1897	BOUBÉE comm. Francesco Paolo	Prof. Ord. della. R. Scuola di Appl. degl' Ing., Membro del Consiglio Tecnico Municip.	Via Generale Parisi (Nunziatella), 6, Napoli
1898	BREGLIA Ernesto	Ing. del Mun., Assist. R. Scuola d'Applic. degl' Ingegneri	Trinità degli Spagnuoli, 31, Napoli
1899	BRUNO comm. Gaetano	Dirett. R. Scuola d'Appl. degli Ingegn., Ispettore delle Fognature e Risanamento	Via Mariano d'Ayala, 14, Napoli
1899	CALVELLO Francesco	Ing., Assist. della R. Scuola di Applic. degl'Ingegneri	Via Egiziaca a Pizzofalcone, 87, Napoli
1903	CANEVA Aristide	Ing. Soc. Sud Italia d'Elettr.	S. Lucia, 9, Napoli
1905	CANNIZZO Francesco	Prof. del R. Istituto Tecnico	Via Nardones, 60, Napoli
1904	CAPPA Giuseppe	Ingegnere	Gradini S. Nicandro, 14, Napoli
1898	CAPUANO cav. Maurizio	Amm. Deleg. Soc. Gen. di Illuminaz. e Merid. di Elettr.	Via Marina, Napoli
1902	CARELLI Alfonso	Ing., Ispett. Princ. Ferr. del Mediterraneo	Ponte di Chiaia, 103, Napoli
1903	CARRELLI cav. Giovanni	Assessore comunale	Pal. Calabria, Napoli
1897	CASSITTO Umberto	Ing. Capo Società Vesuviana del Gas	Via Carminiello, 29, Napoli
1897	CATTORI comm. Michelangelo	Officine meccaniche	Castellammare di St.
1898	CENTONZE Angelo	Ing. Elettricista, Dirett. del Servizio Elettr. Comun.	Altamura
1903	COHN cav. Samo	Vice Dir. Soc. Assicur. diverse	Piazza Borsa, Napoli
1903	COPPOLA Mario di Ciro	Ingegnere	Corso Garibaldi, 119, Portici (Napoli)
1897	COSTA Gregorio	Ing., Prof. nel R. Ist. Tecn.	Via Tribunali, 194, Napoli
1901	CRISTOFORIS Giuseppe	Ingegnere	S. Brigida, 51, Napoli
1899	CURTI Camillo Albino	Ing. Soc. Ferr. Merid. R. A.	Piazza Borsa, 33, Napoli
1903	DALMEDICO Gustavo	Ing. Soc. Nap. per Impr. Elettr.	Via Portanova, 50, Napoli

Digitized by Google

1904	D'Agostino Gustavo	Ing. R. Ispettore princ. delle Strade Ferrate	Rettifilo, 154, Napoli
1902	De Angelis Roberto	Ing. Soc. dei Tramways Prov.	Napoli
1899	De Biase Luigi	Ing., Assis. di mecc. applicata alle macch. nella R. Scuola di Applicaz. degl' Ingegneri	Piazza Nicola Amore, 14, Napoli
1897	De Cristofaro cav. Giorgio	Ing., Dirett. Soc. « La Carrière »	Vico dei Sospiri. 12, Napoli
1900	De la Grennelais Annibale	Ingegnere	Strada Nuova a Pizzofalcone, 8, Napoli
1903	De Nicola Gaetano	Ingegnere	Vico II Montecalvario, 2, Napoli
1903	De Petra Pietro	Ingegnere municipale	Casoli (Chieti)
1897	De Seras Mattia	Ing., Direz. Succ. Comp. Anonima Contin. J. Brunt e C.	Via B. Cairoli, 92, Napoli
1904	De Simone Francesco	Ingegnere	Via Cisterna dell'Olio, 44, Napoli
1897	D'Orso cav. uff. Gustavo	Ing., Capo Sez. Uff. Tecn. Mun.	Riviera di Chiaia, 287, Napoli
1903	Fano Guido	Ing., Dirett. delle offic. Società Napoletana per Impr. Elettr.	Via Guglielmo Sanfelice, 33, Napoli
1903	Faruffini M. G.	Ing. Capo del Genio Navale, Dir. delle costruzioni nell'Arsen. di Taranto	Taranto
1903	Ferrara Luigi	Ing., Prof. Ord. di strade ferr. e costruzioni nella R. Scuola d'Appl. degl'Ing.	Via Merliani, 7, Vomero, Napoli
1899	Ferrari Carlo	Ing. della Soc. Gen. per l'Illum.	Via Guglielmo Sanfelice, 33, Napoli
1903	Finelli Francesco	Ing., Capitano del Genio Nav.	Corso Umberto I, 118, Napoli
1897	Flora Daniele	Ing., Ispett. Ferr. del Mediterr.	Corso Garibaldi, 135, Napoli
1897	Foà Icilio	Ingegnere	Via San Carlo, 9 *bis*, Napoli
1901	Fredin Carlo	Ingegnere	Corso Garibaldi, 12, Salerno
1897	Galli Eugenio	Ing., Prof. R. Scuola di Agricoltura di Portici	Via Ventaglieri, 9, Napoli
1904	Garelli dott. Felice	Prof. di chim. ind· R. Scuola di Applicaz. per gl' Ingegn.	Via Miroballo, 37, Napoli
1903	Gaulis Alfredo	Ing. Capo Società Meridionale d' Elettricità	Via Marina, Napoli

Digitized by Google

1904	GIORDANO Carlo	Ingegnere	Via Indipendenza, 14, Salerno
1900	GIUDICE Francesco	Ingegnere	S. Lucia, 25, Napoli
1903	GIULIANI Giuseppe	Ingegnere	Figurella Montecalvario, 39, Napoli
1904	GRILLO Nicola	Ingegnere del Catasto	Stigliano (Potenza)
1903	GUGGENHEIMER Fritz	Ingegnere	Zweibrücker strasse, 62, Pirmasens (Germania)
1897	HIRSCH cav. Emilio	—	Viale Princip.ª Elena, 14, Napoli
1903	JOUNG Lamont	Ingegnere	Castle Lamont, corso Vitt. Em. Napoli
1903	KERNOT Arturo	Ingegnere	Arco Mirelli, 36, Napoli
1899	LEONE Vittorio	Dottore in fisica	Monte di Dio, 49, Napoli
1903	LIGUORI Pirro	Ing., Dirett. dell'Imp. Elettr.	Foligno
1903	LO CASCIO Giuseppe	Ditta Storari e Lo Cascio	Gall. Umberto, Napoli
1903	LODOLO Alberto	Ingegnere	Bari
1898	LOMBARDI Luigi	Ing., Prof. di elettrotecn. e di fisica tecn. nella R. Scuola di Applicaz. degl'Ingegneri	S. Lucia, 9, Napoli
1903	MAGLIONE Gerolamo	Ing., Dirett. della Società per Applicazioni di Energia Elettrica in Torre Annunziata	Largo Mondragone, 3, Napoli
1903	MAIURI Guido	Ingegnere	Via Roma, 380, Napoli
1900	MALVOLTI Vincenzo	Ing., Studio Moleschott	Via Indipendenza, 10, Napoli
1903	MANNAIUOLO comm. Giuseppe	Ing., Ditta Borrelli, Mannajuolo e Ricciardi	Gall. Umberto, 50, Napoli
1905	MARTINI cav. Giambattista	Ing., Ispett. Princip. capo al Mantenim. Ferr. Mediterr.	Corso Umberto, 341, Napoli
1897	MARTORELLI cav. Pietro	Ing., Amministratore Del. Soc. Napoletana Ascensori	Piazza dei Martiri, 58, Napoli
1903	MARTORELLI Eugenio	Ing. Soc. Napol. Impr. Elettr.	Viale Elena, 12, Napoli
1903	MASTRANGELO Vincenzo	Ingegnere dell'A. E. G.	Piazza Borsa, 29-30, Napoli
1903	MASTROSTEFANO Domenico	Ingegnere elettricista	Piazza Cavour, 152, Napoli

Digitized by Google

1903	Melazzo Giovanni	Ing., Assist. di elettrotecn. e fisica tecn. nella R. Scuola di Applicaz. degl' Ingegneri	Corso Vittorio Emanuele, 661, Napoli
1897	Melisurgo cav. Guglielmo	Ing. Capo del Risanamento	Via Carbonara, 20, Napoli
1897	Milone dott. Francesco	Ing., Prof. di macch. R. Sc. Appl. Ing. e di mecc. e costr. nella R. Sc. Sup. di Portici, Membro del Cons. Tecn. Mun.	Cisterna dell'Olio, 18, Napoli
1901	Minozzi cav. Achille	Ingegnere	Via Mergellina, 206, Napoli
1897	Montù cav. uff. Carlo	Ingegnere, professore	Corso Re Umberto, 7, Napoli
1903	Morelli Gino	Ingegnere	S. Carlo alle Mortelle, 7, Napoli
1904	Nicolais Michele	Ingegnere costruttore	Via Duomo, 254, Napoli
1903	Padrone Gennaro	Ing. di 1ª cl. nel Genio Nav.	Riviera di Chiaia, 171, Napoli
1903	Parlato Alessandro	Ingegnere	Via San Potito, 12, Napoli
1901	Perna Alberto	Ingegnere	Via Sapienza, 18, Napoli
1903	Pinto comm. Luigi	Prof. di fisica matematica nella Regia Università	S. Lucia, 92, Napoli
1903	Pinto Roberto Guiscardo	Ingegnere Ufficio Tecnico	Pal. Parisi, Salerno
1897	Pizzuti Michele	Ing. Società Gen. d' Illuminaz.	Via Marina, Napoli
1897	Pozzi Francesco	Ing., Dirett. Esercizio Società Napol. Imprese Elettr.	Piazza Municipio, 11, Napoli
1897	Ragno Saverio	Ing., Ispett. Trazione e Officine Ferr. del Mediterraneo	Via Indipendenza, 10, Napoli
1903	Ricco Alfredo	Ingegnere	Salerno
1901	Rispoli Francesco	Ingegnere	Via S. Giuseppe dei Nudi, 25, Napoli
1904	Ruffolo Francesco	Ing., Dirett. Tecn. Soc. Illum. Elettr. Priv. di Caserta, Rappr. Società Rieter di Winterthur	Strada Nuova Capodimonte, villa Vannucci, Napoli
1897	Saggese Achille	Ing. Società Generale d'Illuminazione	Via Roma, 12, Napoli
1897	Salvati Michele	Ingegnere	Corso Vittorio Emanuele, 211, Napoli
1902	Sannia Ernesto	Ing. Società Napoletana Imprese Elettriche	Salita Tarsia, 5, Napoli

Digitized by Google

1903	Sarti Guido	Ing. SS. FF. del Mediterraneo	Mergellina, 32, palazzo Mele, Napoli
1904	Scamoni Paolo	Ingegnere	Via Leopardi, 32, Milano
1901	Scarpa dott. Oscar	Assist. di elettrotecn. e fisica tecn. R. Sc. d'Appl. degl'Ing.	Napoli
1903	Segre Ulderico	Ingegnere	S. Giuseppe, 24, Napoli
1901	Sgobbo Francesco Paolo	Medico-chir., Prof. Uff. di elettroterapia e Diret. del Gabinetto annesso nella R. Univ.	Via Roma, 389, Napoli
1897	Siracusa comm. Carmine	Ing., Ammistr. Deleg. Società Napoletana Imprese Elettr.	Piazza Municipio, 11, Napoli
1899	Speranza Luigi	Ingegnere	Piccola Floridiana al Vomero, Napoli
1903	Tajani Adolfo	Ing. Elettro-mecc., verifica e collaudi macch., contr. cont.	Corso Umberto, 75, Napoli
1903	Tajani Giuseppe	Ingegnere civile e meccanico	Vietri sul Mare
1898	Utili Giuseppe	Ditta Bonomo e Utili	Calata S. Marco, 13, Napoli
1899	Vismara Emerico	Ing., Amm. Soc. Sud Italia	S. Lucia, 9, Napoli
1903	Vitali Vittore	Ingegnere	Via Terranova, 40, Ferrara
1898	Zainy cav. Gustavo	—	Piazza Municipio, 11, Napoli

SOCI COLLETTIVI.

1903	Società anonima delle Ferrovie del Vomero (delegato ingegnere Augusto Galimberti, direttore dell'esercizio)	Vomero, Staz. Montesanto, Napoli
1897	Società Generale d'Illuminazione	Via Marina, Napoli
1901	Società Generale Italiana Telefoni ed Applicazioni Elettriche	Piazza della Borsa, Napoli
1903	Società Meridionale di Elettricità	Via Marina, Napoli
1897	Società Meridionale d'Industrie Elettriche ed Idrauliche	Corso Re d'Italia, 22, Napoli
1901	Società Napoletana Imprese Elettriche	Piazza Municipio, 11, Napoli
1903	Società Trams Provinciali	Via Nuova del Campo, Napoli
1901	Società Tramvie di Capodimonte	Napoli
1897	Società Tramways Napoletani	Torretta, Napoli

Digitized by Google

SOCI STUDENTI.

1904	Brun Stefano fu Luigi	Studente III Corso Ingegneria industriale	Via Materdei, 55, Napoli
1904	Coppola Raffaele	Studente	Via Carbonara, 58, Napoli
1904	Del Nunzio Giuseppe	Studente	Via Avignonesi, 38, Roma
1904	Di Nola Guido	Idem	Rione Marinaro, 13, Napoli
1904	Franzi Enrico Giovanni	Idem	Via Concezione Montecalvario, 42, Napoli
1904	Giorgi Gualtiero	Idem	Vico Campanile a Consiglio, 21, Napoli
1904	Magnani Enrico	Idem	Via Pignasecca, 15, Napoli
1904	Nascia Alfredo	Idem	Via Pizzofalcone, 44 (Archivio Militare) Napoli
1904	Rocco Giovanni	Idem	Parco Grifeo, Napoli
1904	Vallauri Riccardo	Idem	Santa Lucia, 9, Napoli

SEZIONE DI PADOVA

(*Regia Scuola di Applicazione degli Ingegneri*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: Lori prof. Ferdinando.
Vicepresidente: Corinaldi conte ing. Amedeo.
Segretario: Bigaglia ing. Lorenzo.
Cassiere: Turazza prof. Giacinto.
Consiglieri: Biagini ing. Augusto; Montagnini ing. Emanuele; Moschini ing. Alessandro; Veronese prof. Giuseppe.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: Lori prof. Ferdinando; Treves de' Bonfili ing. Gastone.

Digitized by Google

SOCI INDIVIDUALI.

1904	ALPAGO Romano	Dottore in fisica	Via Dante, 20, Padova
1904	BELLATI conte cav. Manfredo	Prof. R. Scuola d'Applicaz. per gl' Ingegneri	Via Cesarotti, 14, Padova
1904	BELLONI Ernesto	Ingegnere	Via Calmaggiore, Treviso
1897	BELLONI Roberto	Ingegnere meccanico	Via del Santo, 6, Padova
1904	BERNARDI conte cav. Enrico	Prof. R. Scuola d'Applicaz. per gl' Ingegneri	Via Porciglia, 14, Padova
1905	BERNARDI conte Lauro	Studente d' Ingegneria	Via Porciglia, 14, Padova
1900	BIAGINI Augusto	Ing. Dirett. Sede Venezia Società Gadda e C. - Brioschi, Finzi e C. - Elettrotec. Ital.	San Moisè, 1463, Venezia
1904	BIGAGLIA Lorenzo	Ingegnere	Via San Pietro, 37, Padova
1904	BRILLO nob. Antonio	Ingegnere	Via Concariola, Padova
1904	CALZAVARA Vittorio	Capitano	San Lio, Calle della Nave, 5681, Venezia
1900	CARAZZOLO Giuseppe	Ing. Stud. tecn. elettr., idraul., meccan., misure industr.	Piazzetta Teatro Garibaldi, Padova
1904	CARDIN FONTANA Augusto	Ingegnere	Via Treppo, 35, Udine
1904	CASTELLI Enrico	Prof. R. Istituto Tecnico	Via San Pietro, 68, Padova
1904	CATTANEO Giulio	Ingegnere	Via A. Gabelli, 26, Padova
1904	CAZZOLA Arturo	Vicedirett. Posta e Telegrafi	Via Euganea, 4, Padova
1897	CHEMIN-PALMA G. B.	Ingegnere	Via Luca Belludi, 24, Padova
1902	COLOMBO Attilio	Ing. Deleg. per Lombardia e Veneto Soc. Naz. Offic. Savigliano	S. Giuliano, 255, Venezia
1904	COPPADORO Guido	Dottore in fisica	Via S. Pietro, 33, Padova
1904	CORINALDI conte Amedeo	Ingegnere	Eremitani (Padova)

Digitized by Google

1904	Croce Alessandro	Ing. Soc. Ital. forze Idr. Ven.	S. M. Formosa, 5221, Venezia
1905	Cucchetti G. Batt. di Francesco	Ing. Soc. Siemens Schuckert di Elettricità	Corso Umberto I°, 337, Roma
1904	Dal Ferro Francesco	Ingegnere	Thiene (Vicenza)
1904	Damiani Rinaldo	Fornitore di apparecchi e prodotti ad uso scient. e tecn.	Castello, 3695, Venezia
1905	De Götzen Umberto	Ingegnere elettrotecnico	Via Morgagni, 12, Padova
1904	Del Prà cav. Antonio	Ingegnere	Portogruaro, Venezia
1904	Del Valle Giorgio	Ingegnere	Corso V. E., 33, Padova
1904	De Stefani Stefano	Ing. industr. ed elettr. Studio tec. Ing. G. A.-G.-S. De'Stefani, prof. Meccan., Tecnologia meccan.	Via Leoncino, 10, Verona
1904	Ercego Ilario	Industriale	Via Contarine, 1, Padova
1904	Finazzi Luigi	Dottore in fisica	Padova, R. Sc. d'applicaz. ingegneri
1904	Gnesotto Tullio	Ingegnere, dottore in fisica	Via San Clemente, 4, Padova
1904	Levi-Civita comm. Giacomo	Avvocato	Via Altinate, 14, Padova
1904	Levi-Civita Tullio	Professore R. Università	Via Altinate, 14, Padova
1897	Lori Ferdinando	Ing., Prof. R. Scuola d'Applicaz. per gl'Ingeneri	Via Beato Gregorio Barbarigo, 43-A, Padova
1904	Marcon Guido	Industriale	Via Gallo, 7, Treviso
1904	Maschietto Pietro	Ingegnere	Noventa di Piave (Venezia)
1904	Menini Attilio	Vicedirettore Posta e Telegrafi	Via Euganea, 4, Padova
1904	Mezzomo Italo	Ingegnere	Via Mezzaterra, 69, Feltre
1904	Milani cav. Paolo	Ingegnere	San Pietro Incarnario, 3, Verona
1994	Milani Remo	Ingegnere	Via S. Silvestro, Vicenza
1904	Mior Augusto	Professore, ingegnere	Pordenone
1904	Montagnini-Rossi conte Emanuele	Ing. della Ditta D. Maggiora	Borgo Magno, 21-F Padova

Digitized by Google

1904	MONTAN Luigi	Ingegnere	Via Garibaldi, 27, Padova
1904	MORESCO Arturo	Ragioniere	Via Belzoni, 18, Padova
1904	MOSCHINI Alessandro	Ingegnere	Via S. Nicolò, 5, Padova
1904	NASINI comm. Raffaello	Professore R. Università	Padova
1904	OLIAN FANNIO Licinio	Ing., libero professionista	Via Altinate, 55, Padova
1904	PELLIZZARI RAINIERI Ferruccio	Dottore in fisica, insegnante	Calle Furlani, Venezia
1904	POLCENIGO conte Giuseppe	Ing. Capo Ufficio Imp. Elettr. Comunale	San Polo. 2368. Venezia
1904	ROSSI Luigi Vittorio	Prof. R. Scuola d'Applic. per gl' Ingegneri	San Pietro, 33, Padova
1904	SILVESTRI Antonio	Ingegnere	Via Garibaldi, 22, Padova
1904	TREVES DE'BONFILI barone Gastone	Ingegnere	Via Ospitale, 14, Padova
1904	TURAZZA Giacinto	Prof. R. Scuola d'Applic. per gl' Ingegneri	Santa Sofia, 43, Padova
1904	VALDUGA Ugo	Ing. Soc. Ital. Forze Idr. Ven.	San Maurizio, Venezia
1904	VERONESE cav. senatore Giuseppe	Senatore, Prof. R. Università	Via Santa Sofia, 17, Padova
1904	VIANELLO Paolo	—	Accademia, 1051, Venezia
1904	VICENTINI cav. Giuseppe	Prof. Istit. di fisica Università	Padova
1904	ZECCHETTINI Antonio	Ing. Dirett. della Bonifica dell' Isola di Ariano Polesine	Ariano Polesine (Rovigo)

SOCI COLLETTIVI.

1900	R. Scuola d'Applicazione per gl' Ingegneri	Via Giotto, Padova
1904	Società d' incoraggiamento	Via Otto Febbraio, Padova

Digitized by Google

SEZIONE DI PALERMO

(*Via Macqueda, 175*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: PAGLIANI cav. prof. STEFANO.
Vicepresidente: OTTONE cav. ing. GIUSEPPE.
Segretario: BUTTAFARRI ing. GAETANO.
Cassiere: AGNELLO ing. FRANCESCO.
Consiglieri: CORBINO prof. ORSO MARIO; PARENTI ing. GIOACCHINO.
Consigliere delegato alla Sede Centrale: CANTONE prof. dott. MICHELE.

SOCI INDIVIDUALI.

1897	AGNELLO Francesco	Ingegnere	Via Divisi, 105, Palermo
1897	AGNELLO Giacinto	Ing., Concess. illuminaz. elettr. di Mazzara e di Partinico	Piazza Marina, 18, Palermo
1898	ARDITO Stefano	Ingegnere	Via Ricasoli, 24, Palermo
1897	BADENBERG Gustavo	Ingegnere	Via Stabile, 123, Palermo
1904	BERGMANN Emanuele	Ing. Dirett. Miniera Trabonella	Imera (Caltanissetta)
1901	BIANCHI comm. Riccardo	Ing. Dirett. gen. delle Strade Ferrate della Sicilia	Palermo
1902	BONACCORSI Eugenio	Ing. special. servizi illuminaz. del Municipio di Palermo	Via Candelai, 91, Palermo
1897	BUTTAFARRI dott. Gaetano	Ing. Ass. catt. fisica tecnica ed elettrotecnica R. Scuola Ing.	Via XX Settembre, 14, Palermo
1897	CANTONE dott. Michele	Prof. di fisica gen. R. Univ.	Napoli
1898	CORBINO dott. Orso Mario	Prof. di fisica R. Liceo V. E. e Lib. Doc. di fisica e di elettrotecnica nella R. Univ.	Via Patania, 50, Palermo
1897	DI SIMONE cav. Guglielmo	Ingegnere	Via Principe Scordia, 11, Palermo
1901	DOMPÈ cav. Luigi	Ing. Dirett. Anglo-Sicilian Sulphur Cy. e Ing. R. Corpo Miniere	Via Bara all'Olivella, Palermo
1897	GIACHETTI Angelo	Dirett. della Centrale Elettrica	Siracusa
1897	GRECO comm. Ignazio	Ing. Capo Emerito Genio Civile	Via Maqueda, 343, Palermo
1897	GRIMALDI dott. G. Pietro	Prof. di fisica gen. R. Univ.	Catania

Digitized by Google

1899	Lo Forte Beniamino	Ing. Ispettore Ferrovie Sicule	Via Mazzini, 41, Palermo
1903	Luzzatto Giulio	Ingegnere	Miniera Trabonella, Sommatino
1897	Macaluso comm. Damiano	Ing. Prof. di fisica generale nella R. Università	Via Borgo, 49, Palermo
1897	Mastricchi dott. Felice	Prof. al R. Liceo Umberto I ed ass. all'Istit. fisico R. Univ.	Via Patuano, 12, Palermo
1897	Ottone cav. Giuseppe	Ing. Capo servizio materiale e traz. Ferrovia Sicula Occid.	Via Archimede, 13, Palermo
1900	Ovazza Elia	Ing. Prof. di macchine e costr. stradali R. Scuola Ingegneri	Via Cuba, 45, Palermo
1897	Pagliani cav. dott. Stefano	Prof. fisica tecnica e di elettrotecnica R. Scuola Ingegneri	Piazza Ignazio Florio, 8, Palermo
1904	Panvini Giuseppe	Ing. Dirett. Ufficio Tec. Municipale	Castrogiovanni (Sicilia)
1899	Parenti Gioachino	Ing. Ispett. Str. Ferr. Sicilia	Staz. Centrale, Palermo
1897	Patti Pasquale	Ing. Ispett. Str. Ferr. Sicilia	Palermo
1897	Piazzoli cav. uff. Emilio	Ing. Dirett. Società Sicula Imprese Elettriche	Via Galileo Ferraris, Palermo
1897	Prandoni Eugenio	Ing. Ispett. Ferrovie Sicule	Porta Castrofilippo, 16, Palermo
1904	Rampolla dott. Luigi	Dirett. Propr. impianto elettr.	Polizzi Generosa (Sicilia)
1897	Seefelder comm. Giorgio	Ing. Dirett. Ferr. Sicula Occid.	Via Stabile, 207, Palermo
1897	Tenerelli Vincenzo	Ingegnere	Via Garibaldi, 67, Catania
1900	Torrente cav. Giuseppe	Ing. Dir. Gen. Cant. e Bac. nav.	Palermo
1897	Verdesi cav. Bartolomeo	Dirett. nei Telegrafi dello Stato	Via Divisi, 81, Palermo

SOCI COLLETTIVI.

1900	Società Generale Italiana di Telefoni ed Applicazioni Elettriche	Vicolo Paternò, 1, Palermo
1898	Società Ferrovia Sicula Occidentale Palermo-Marsala-Trapani	Piazza Marina, pal. Partanna, Palermo
1899	Società Sicula Impr. Elettr., Tramvie ed Illum. Elettr.	Palermo
1897	Società Strade Ferrate della Sicilia	Via Maurolico, 22, Palermo

Digitized by Google

SEZIONE DI ROMA

(*Corso Umberto I, 397*)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: GIORGI ing. GIOVANNI.
Vicepresidente: MAJORANA CALATABIANO prof. QUIRINO.
Segretario: FIORENTINI ing. FILIPPO.
Cassiere: LATTES comm. ing. ORESTE.
Consiglieri: DEL BUONO ing. ULISSE; DELL'ORO comm. GIOVANNI; DI PIRRO dott. GIOVANNI; MENGARINI comm. prof. GUGLIELMO; VITA-FINZI ing. cap. CARLO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: CARDARELLI comm. ing. FEDELE; GENTILI ing. FEDERICO; REGGIANI cav. NAPOLEONE; REVESSI ing. GIUSEPPE.

SOCI INDIVIDUALI.

1899	AGNOLOZZI Ezio	Ingegnere	Via Viminale, 38, Roma
1897	ALKER Riccardo	Dirett. Off. Elettr. Soc. Anglo-Romana	Tivoli
1903	ALLIEVI cav. Lorenzo	Pres. Soc. Napol. Impr. elettr. - Pres. Soc. Ital. fabbricaz. alluminio - Pres. Soc. Ingegn. ed Archit. Italiani	Corso Vittorio Emanuele, 284, Roma
1903	AMORETTI Bindo	Staz. Radiotelegrafica di Guardia Vecchia	Isola Maddalena
1900	ANASTASI Anastasio	Ingegnere	R. Scuola applicazione, Roma
1904	ANGELELLI cav. Ettore	Dirett. Tramvia Roma-Civitacastellana	Foro Traiano, 65, Roma
1897	ANGELINI cav. Giuseppe	Dirett. Principale Telegrafi	Roma
1897	APOLLONI Giulio Maria	—	Via Sardegna, 49, Roma
1899	ARABIA Antonio Alberto	Ing., Rappr. Gen. Italia Centr. e Merid. Soc. Ital. Lahmeyer Elettricità - Dir. Soc. Ital. applicaz. freni ferrov. - Comproprietario Ditta Ing. Giorgi, Arabia & C., Imp. elettr.	Via Bocca Leone, 3, Roma

Digitized by Google

1897	Ascoli Moisè	Prof. R. Scuola degli Ingegneri	Via del Gesù, 55, Roma
1897	Banti Angelo	Prof., Dirett. Elettricista	Via Cavour, 226, Roma
1900	Barducci Federico	Ing. Genio Civile	Via Emanuele Filiberto, 217, Roma
1901	Barreca Pasquale	Ing., Dott. Laborat. Elettrotecnico, Arsenale di Spezia	Spezia
1897	Basevi comm. Ettore	Ingegnere	Via Montecatini, 17, Roma
1897	Bassani cav. Eugenio	Ing., Procurat. Soc. Mineraria Siciliana	Via Ingham, 16, Palermo
1898	Batteli Angelo	Deputato al Parlam., Prof. R. Università	Pisa
1898	Belloc cav. Luigi	Ing., Ispett. industrie, insegnan. Min. LL. PP.	Via Marche, 17, Roma
1899	Belloro Antonio Giovanni	Ingegnere	Via Rattazzi, 33, Roma
1904	Bernieri Mario	Capo Tecn. Amm. Centr. Telefoni	Roma
1902	Bertotti Umberto	Ing. Genio Civile	Grosseto
1899	Bibolini Aldo	Ing. R. Corpo Miniere	Caltanissetta
1903	Bocci Carlo	Ing. 1ª classe Genio Navale	Venezia
1904	Boggiano Luigi	Tenente di Vascello	Ministero della Marina, Roma
1905	Bonavia Luigi	Dott. Dir. Lab. Chimico Municipale Roma	Via Napoleone III, 38, Roma
1902	Bortolani Amilcare	Ingegnere	Via Tasso, 32, Roma
1903	Bortolani Gaetano	Ingegnere	Via Tasso, 32, Roma
1897	Brunelli cav. Italo	Ing., Dott., Min. Poste e Telegrafi	Roma
1897	Cammeo Amerigo	Ingegnere	Via Rovello, 1, Milano
1903	Candeli cav. Amos	Capo Div. Min. Poste e Telegrafi	Roma
1904	Canonica Giuseppe	Ing. Genio Civile	Como
1900	Cantono cav. Eugenio	Ing., Capitano Genio	Villa Severina, Viale Parioli, Roma
1897	Cardarelli comm. Fedele	Ing., Capo Div. Min. Poste e Telegrafi	Roma
1904	Castracane Federico	Tenente di Vascello	Ministero della Marina, Roma

Digitized by Google

1901	Catani Remo	Ing. Soc. Carburo di calcio	Via Due Macelli, 66, Roma
1897	Celeri cav. Ferruccio	Ing., R. Ispett. SS. FF.	R. Circolo Ferroviario, Milano
1903	Ceradini Antonio	Ing., Dirett. Off. Elettr. Porta Pia, Soc. Anglo-Romana	Corso d'Italia, 134, Roma
1898	Cesaroni Cesare	Ing. Soc. Anglo Romana	Via S. Sabina, 11, Roma
1898	Chiaraviglio Dino	Ing. Dinamitificio Nobel	Avigliana (Torino)
1902	Coari Gino	Ingegnere	Via Artisti, 20, Roma
1902	Colombo cav. Pietro	Ing. Dirett. Soc. Gen. It. Telefoni	Via Crociferi, 23, Roma
1900	Colombo Riccardo	Ing., Ger. Soc. It. Lampade ad Arco ed Impr. Elettr.	Via Mercede, 37, Roma
1901	Cona Leopoldo	Ing., R. Ispett. SS. FF. - Costruzione Cuneo-Ventimiglia	Ancona
1903	Conti Vecchi Guido	Ing. Soc. Naz. Ferrovie e Tramvie	Isco (Brescia)
1900	Costa Filiberto	Ing., Dirett. Off. Elettrica	Via Carlo Alberto, 8, Sassari
1897	Costa cav. Emilio	Ing. Soc. Anglo Romana	Piazza Poli, 14, Roma
1901	Crudeli Umberto	Ingegnere	Istituto Telelegrafico Centrale, Roma
1900	D'Alò Gaetano	Ing. R. Ispett. SS. FF.	Circolo Ferroviario, Milano
1902	De Benedetti comm. Jacopo	Ufficio Internaz. Brevetti	Via Stamperia, 72, Roma
1903	De Benedetti cav. Vittorio	Ing., R. Ispett. Princip. SS.FF. Capo Sez., Div. V	R. Ispett. Gen. Min. Lavori Pubblici, Roma
1904	De Feo Vincenzo	Tenente di Vascello (R. Nave *Saint-Bon*)	Ministero della Marina, Roma
1897	Del Buono Ulisse	Ing. Soc. Elettrochimica	Via Due Macelli, 66, Roma
1899	Dell'Oro comm. Giovanni	—	Via Principe Umberto, 5, Roma
1901	Del Moro Bethel	Ing. Soc. Anglo Romana	Via Salaria, 63, Roma
1900	De Muro Leonardo	Ing. R. Arsenale	Taranto
1904	De Santis Decio	Ing. Uff. Tecn. Municipale	Via Giovanni Lanza, 117, Roma
1901	De Vito Eugenio	Ing., Capit. Genio Navale - Ministero Marina	Via Panisperna, 78, Roma

Digitized by Google

1903	Di Brazzà conte Detalmo	Ingegnere	Via Porta Pinciana, 30, Roma
1904	Di Fenizio Claudio	Ingegnere	Via Cavour, 278, Roma
1900	Di Pirro cav. Giovanni	Dott., Capo Sez. Min. Poste e Telegrafi	Via Lungaretta, 55, Roma
1903	Dornig Mario	Ingegnere	Via Farini, 5, Roma
1897	Eggington cav. Alfredo	Member Inst. Elect. Engineers, Rappr. East. Telegraphic Comp. di Londra	Via XX Settembre, 28, Roma
1905	Fabrizi Luigi	Ingegnere	Via Capo d'Africa, 19, Roma
1899	Fano Gino	Prof. R. Università	Torino
1903	Faranda Alberto	Ing. Soc. Gen. Ital. Telefoni	Piazza Borsa, 22, Napoli
1897	Favero comm. G. Battista	Professore	Piazza Esquilino, 5, Roma
1900	Ferroni Frati Giacomo	Ing., Vice-Dirett. Soc. Gen. Ital. Telefoni	Via Firenze, 43, Roma
1902	Fiorentini Filippo	Ingegnere	Via Palermo, 12, Roma
1902	Franciosi Gino	Ingegnere	Via Orazio, 3, Roma
1903	Frassetto Numa Pompilio	Ing., Dir Sede Firenze Soc. Elettrotec. It. Gadda & C., Brioschi, Finzi & C., Ger. Soc. Esercizi automobili Ingegnere Frassetto, Giorgi & C.	Via Saponai, 5, Firenze
1897	Fucci cav. Giuseppe	Ing. Comandante Vigili	Via Genova, Roma
1903	Fumanti Giulio	Ing. 1ª classe Genio Navale	R. Cantiere di Castellammare di Stabia
1900	Gambara cav. Giovanni	Ing., Ispett. Genio Civile	Via Viminale, 66, Roma
1901	Gavotti Nicolò	Ingegnere	Via Poli, 30, Roma
1897	Gentili cav. Federico	Ing., Amm.-Dirett. Soc. An. Incandescenza Auer	Via Due Macelli, 66, Roma
1897	Giorgi Giovanni	Ing., M. I. E. E., Doc. elettrotec. R. Scuola Ingegneri	Via Farini, 5, Roma
1903	Giudilli cav. Francesco	Ing., Ispett. Sez. Telegrafica di Roma	Via Due Macelli, 66, Roma
1902	Grazioli Carlo	Ingegnere	Via Ludovisi, 4, Roma

Digitized by Google

1903	HELBIG Demetrio	Dott., Lib. Doc. Elettrochim. R. Università di Roma	Via Panisperna, 89-B, Roma
1903	HINNA-DANESI Romolo	Ingegnere	Via Cola di' Rienzo (villino), Roma
1899	JANORA Giovanni	Ing., Capo Rip. Uff. Tecnico Prov. di Potenza	Potenza
1905	KERBAKER E. A.	Ing. Soc. An. Westinghouse	Vicolo Sciarra, 54, Roma
1899	LAMBARINI Mario	Ing., Ispett. Capo Dep. Locomotive R. M. di Roma	Via Torino, 148, Roma
1897	LATTES comm. Oreste	Ing. - Studio di consulenza tecnico-amministrativa	Via Nazionale, 96, Roma
1898	LENNER cav. Raffaello'	Ingegnere	Via Dante, 4, Milano
1899	LEONARDI Luigi	Ing. Società Romana Tram. Omnibus.	Via Gioberti, 63, Roma
1898	LETI Alfredo	Ing., Dir. Filiale Roma Tecnomasio It. Brown-Boveri	Via Tritone, 53, Roma
1901	LEVI Giorgio	Ingegnere, dottore	Lungo Tevere Prati, 17, Roma
1904	LIEBE Federico	Tenente di Vascello	R. Nave *Sardegna*, Taranto
1903	LIVIONE cav. Ildebrando Luigi	Vice-Ispett. Costruz. telef. e telegr.	Minist. Poste, Roma
1903	LIVIZZANI Domenico	Tenente Genio	Via Conte Verde. 34, Roma
1897	MAFFEZZINI Amatore	Ing. Capo Genio Civile	Ancona
1904	MAILLOUX C. O.	Consulting Engineer	8, West 71 Street, New-York, U. S. A.
1897	MAJORANA-CALATABIANO cav. Quirino	Ing., Dott., Prof., Dir. Istit. Centr. Telegr.	Viale del Re, Palazzo Telegrafi, Roma
1902	MANN Carlo	Ing. Off. Comunale Gas	Trieste
1899	MANZETTI Riccardo	Dott., Doc. R. Scuola Ingegneri	Roma
1902	MANZITTI Camillo	Ing. Soc. Gen. Ital. Telefoni	Vico Tintori, 1, Genova
1902	MARANTONIO Corrado	Ingegnere	Oklaj (Dalmazia, distretto di Knin)
1900	MARCHESI Gaetano	Ingegnere R. Telegrafi	Via Flaminia, 6, Roma
1904	MARCONI comm. Guglielmo	Marconi's Wireless Telegraph Company	Finch Lane, 18, Londra
1905	MASERA Pompeo	Ing., Ten. 3° Genio Specialisti	Caserma Cavour, Roma

Digitized by Google

1898	Mazzolani Giulio	Ingegnere	Via Firenze, 47, Roma
1900	Memmo cav. conte Riccardo	Ing. Soc. Carburo	Piazza Montecitorio, 127, Roma
1897	Mengarini comm. Guglielmo	Prof. Ing. Capo Soc. Anglo-Romana	Piazza S. Bernardo, 109, Roma
1902	Mignani Riccardo	Ing., Dir. Imprese Elettriche	Aquila
1905	Milardi V. Edmondo	Perito elettrotecnico	Via Boschetto, 15, Roma
1900	Milazzo Vincenzo	Ingegnere Ufficio Tecnico di Finanza	Caserta
1903	Mina Luigi	Ten. 3° Genio	Caserma Cavour, Roma
1903	Mirabelli Mario Enrico	Dott., Ispett. Tecn. Telegr.	Minist. Poste, Roma
1897	Moleschott Carlo	Ingegnere	Via Volturno, 58, Roma
1904	Monteguti cav. Aldo	Magg. Genio Mil. - Capo Sez. Dir. Genio Militare	Bologna
1905	Nardis Massimo	Ingegnere	Via Crociferi, 23, Roma
1897	Netti Aldo	Ingegnere	Orvieto
1904	Nicastro Ugo	Tenente di Vascello	Via Venezia, 18, Roma
1900	Novellis di Coarazze bar. Alfonso	Ingegnere	Via Palestro, 13, Roma
1904	Odazio Arnaldo	Ingegnere	Carrara
1901	Ojetti Noberto	Ingegnere	Via Arcione, 98, Roma
1902	Palazzolo Girolamo	Dottore	Via Liguria, 26, Roma
1904	Palopoli Alfredo	Ingegnere	Via Carlo Alberto, 71, Roma
1901	Paoloni Arturo	Ing., Dir. Tecn. Soc. Ital. Elettrocarbornium	Narni (scalo)
1897	Parazzoli Attilio	Ingegnere	Via Principe Amedeo, 14, Roma
1901	Pardo cav. Osvaldo	Agente di Cambio	Via Archetto, 6, Roma
1905	Parvopassu Carlo	Ingegnere	Via Torino, 138, Roma
1902	Pasca Riccardo	Ing. Allievo Genio Civile	Como
1899	Penso Raffaele	Ingegnere	Corso Umberto I, 337, Roma

Digitized by Google

1899	PERILLI Guglielmo	Ing. R. Telegrafi	Via Nomentana, 13, Roma
1898	PEROTTI cav. Pier Luigi	Prof. Fis. R. Liceo Umberto	Piazza Esquilino, 23, Roma
1901	PICCININI Eugenio	Ing., Dirett. Impr. Elettr.	Macerata
1897	PIGNOTTI Riccardo	Ingegnere	Lungo Tevere Mellini, 30, Roma
1903	RANIERI Luigi	Ing. Casa Escher Wyss & C.	Via S. Nicola Tolentino, Palazzo Moroni, Roma
1898	REBAUDI Vittorio	Ingegnere	Viale Regina, 85, Roma
1897	REGGIANI cav. Napoleone	Dir. Laboratorio Metrico	Salita del Grillo, 1, Roma
1899	REINA Vincenzo	Prof. Scuola Applicaz. Ing.	Roma
1902	RESPIGHI Luigi	Ing. Soc. Gen. Ital. Telefoni	Via Panisperna, 37, Roma
1899	REVESSI Giuseppe	Ing. Assist. R. Scuola Ingegneri, Roma	Via Porta S. Lorenzo, 8, Roma
1898	REY Pietro	Ingegnere	Via Principe Umberto, 46, Roma
1903	ROSA cav. Vincenzo	Professore	Via Cavour, 21, Alessandria
1893	ROSSI Attilio	Ingegnere	Corso Vittorio Emanuele, 62, Terni
1897	RUFFO Antonio principe della Scaletta	—	Monti Parioli, Roma
1903	SACCHI Guido	Ing. Genio Civile	Ravenna
1897	SALVADORI Riccardo	Ing. Capo Soc. Gen. It. Telefoni	Via Crociferi, 23, Roma
1904	SALVESTRI Adriano	Tenente di Vascello	Minist. Marina, Roma
1904	SANTACROCE Lorenzo	Ing. Meccan. Elettr.	Pratola Peligna (Abruzzi)
1900	SAVINI Oscar	Ing. Soc. It. Carburo Calcio	Terni
1903	SCHANZER Roberto	Ingegnere	Via Salaria, 1, Roma
1898	SELLA Alfonso	Dott., Prof. Istituto Fisico	Via Panisperna, Roma
1902	SENNI-GUIDOTTI conte Paolo	Ingegnere	Via Banco S. Spirito, 12, Roma
1905	Sipari Erminio	Ingegnere	Brigata Specialisti Genio, Roma

Digitized by Google

1898	Sismondo Oscar	Ing. Soc. Anglo-Rom.	Via Montebello, 6 Roma
1903	Solari march. Luigi	Ing., Capo Div. Min. Poste e Telegrafi	Roma
1903	Sosto Pietro	—	Vicolo Alibert, 15, Roma
1901	Stamm Pier Luigi	Ingegnere	Via Palestro, 36-A, Roma
1901	Stracciati Enrico	Prof. Fis. Istituto Tecnico	Roma
1905	Stucky Gian Carlo	Ingegnere	La Giudecca, Venezia
1900	Tosti Luigi	Ing. Ispettorato SS. FF.	Roma
1901	Troya Ottorino	Ingegnere	Siracusa
1904	Valeri Olinto	Elektrotechnischer Dip. Ing.	Via Monte della Farina, 50, Roma
1897	Vanni Giuseppe	Dott., Prof. Fis. R. Lic. Visconti - L. D. Sc. Ing.	Via Panisperna, 207, Roma
1899	Villavecchia cav. Vittorio	Dott. Dir. Lab. Chim. Gabelle	Roma
1900	Vita-Finzi Carlo	Ing., Cap. Genio mil. special.	Via Cola di Rienzo, Villino Wollemborg, Roma
1900	Zampetti Amilcare	Dottore in Fisica	Piazza della Libertà, 4, Roma
1898	Zanardo cav. G. B.	Ufficio Brevetti d'invenzione	Via Due Macelli, 9, Roma
1900	Ziino Sibaldo	Ing., Ass. R. Scuola Appl. Ing.	Roma
1903	Zuccolini cav. Oreste	Ingegnere	Via Cola di Rienzo, 162, Roma
1902	Zunini Giovanni	Ingegnere	Via Volturno, 22, Roma

SOCI COLLETTIVI.

1901	Ministero Agricoltura, Industria e Commercio	Roma
1904	Ministero della Marina	Roma
1900	Ministero dei Lavori Pubblici	Roma
1900	Ministero Poste e Telegrafi	Roma
1904	Noerrenberg & C., Riparto Elettricità	Piazza Colonna, 370, Roma
1897	Società Anglo-Romana per illuminazione	Piazza Poli, 14, Roma

Digitized by Google

1898	Società Generale Italiana di Telefoni ed Applicazioni Elettriche	Via Crociferi, 23, Roma
1902	Società Industriale della Valnerina	Terni
1901	Società Industriale Garuti e Pompili	Tivoli
1898	Società Italiana dei Forni Elettrici	Via Due Macelli, 3, Roma
1902	Società Italiana dell' Elettrocarbonium	Via Due Macelli, 3, Roma
1900	Società Italiana di Elettrochimica	Via Due Macelli, 66, Roma
1898	Società Italiana pel Carburo di Calcio, Acetilene ed altri Gas	Via Due Macelli, 66, Roma
1900	Società Nazionale di Ferrovie e Tramvie	Piazza Santi Apostoli, 49, Roma
1900	Società Romana Tramways-Omnibus	Via della Gatta, 5, Roma

SOCI STUDENTI.

1904	BELLI Mario	Stud. in Ingegneria	Via Principe Amedeo, 11, Roma
1905	MASCARDI Giacomo	Stud. in Ingegneria	Via Messina, 46, Roma
1905	PASCUCCI Gaetano	Stud. in Ingegneria	Scuola Ingegneri, Roma

SEZIONE DI TORINO

(Galleria Nazionale)

CONSIGLIO DIRETTIVO.

Presidente: SOLDATI comm. ing. VINCENZO.
Vicepresidente: THOVEZ ing. ETTORE.
Segretario: SÈGRE cav. ing. ENRICO.
Cassiere: LUINO ing. ANDREA.
Consiglieri: FORNACA ing. GUIDO, MIOLATI prof. dott. ARTURO; SILVANO ing. EMILIO; TEDESCHI ing. VITTORIO; TROSSARELLI cav. ing. OTTAVIO; VEROLE ing. PIETRO.
Consiglieri delegati alla Sede Centrale: DE BENEDETTI ing. EMILIO; FERRARIS prof. LORENZO; IMODA ing. GIUSEPPE; OLIVA ing. LUIGI.

Digitized by Google

SOCI INDIVIDUALI.

1902	ANDREUCCI Carlo	Prof., Eserc. Imp. Elettr. di Fossombrone, Nettuno ed Anzio	Piazza Umberto I, 10, Ancona
1898	ANTONIOTTI Riccardo	Dott. in fisica, Ing. Elettrotec.	Corso Vinzaglio, 10, Torino
1898	ARCOZZI Masino cavalier Fulvio	Avv., Dirett. Ammin. Società An. Elettricità Alta Italia	Via Arsenale, 21, Torino
1902	ARIGO Giuseppe	Ing., Compr. Ditta Garrone e Arigo: Impr. elettr. Eserc. pubblico e privato	Via Cibrario, 11, Torino
1897	ARTOM cav. Alessandro	Ing. Prof. telegr. e telef. nel R. Museo Ind. Italiano	Via XX Settembre, 3, Torino
1897	BAER Errico	Avv. Consulente Società Anonima Piemontese di Elettr.	Via Montecuccoli, 2, Torino
1897	BARBERIS cav. Carlo	Maggiore del Genio	Direz. Genio, Spezia
1898	BARBIERI Menotti Domenico	Ing. Capo Società Forze Idrauliche del Moncenisio	Via Arcivescovado, 10 Torino
1902	BATTAGLIA Tommaso	Ingegnere elettricista	Via Nizza, 7, Torino
1900	BERGALLI Ettore	Ing. Addetto Labor. Elettrotec. Univer. di Louvain (Belgio)	Piazza Vitt. Em. I, 13, Torino
1901	BOCCARDO cav. Emilio	Ing. Compropriet. Ditta Ing. Boccardo e Caramelli, Impianti elettrici. Dinamo - Motori - Trasformatori	Corso Vitt. Em. II, 74, Torino
1897	BOGLIONE Carlo	Ing. Capo elettr. Soc. dei Tramways di Torino	Corso Regina Margherita, 114, Torino
1902	BONINI cav. Carlo Federico	Ing. Conservatore Collezioni e Bibliot. R. Museo Ind. Ital.	R. Museo Industriale Italiano, Torino
1897	BORELLA Felice	Ing. Soc. Anonima Elettricità Alta Italia	Via Ospedale, 48, Torino
1901	BOSELLI cav. Silvio	Avvocato	Via Pietro Micca, 10, Torino
1897	BOSIO cav. Edoardo	Avv., Pres. Onor. Ass. Intern. pour la protection de la proprieté industrielle	Via Genova, 27, Torino
1904	BOTTO Ugo	Ingegnere industriale	Via XX settemb., 46, Torino
1902	BOVI Benvenuto Alessio	Ing., Dir. Riv. ill. inv. *Il Progresso*, Uff. Int. Brevetti e March. Fabbr.	Via Arcivescovado, 1, Torino

Digitized by Google

1900	BRANCHINETTI commendatore Francesco	Colonn. Artigl. nella Riserva	Corso Vitt. Eman. II, 98, Torino
1902	BRONZINI Edoardo	Ingegnere	Via Lagrange, 3, Torino
1903	BÜCHI Giacomo	Ing. professionista, turbine e regolatori idraulici	Corso S. Maurizio, 71, Torino
1898	CALANDRI Ernesto	Dirett. Sede Torino Soc. Telefonica Alta Italia	Galleria Nazionale, Torino
1897	CAPUCCIO Mario	Ing. Consul. materia di propr. industr., Uff. brev. d'inv. e marchi di fabbrica	Piazza Castello, 22, Torino
1901	CARAMELLI Riccardo	Ditta Ing. Boccardo e Caramelli - Imp. elettr. - Dinamo Motori - Trasformatori	Corso Vitt. Em. II, 74, Torino
1902	CASANA Severino	Ing., Senatore del Regno	Via Principe Amedeo, 34, Torino
1900	CASETTA cav. Eugenio G. B.	Ing. Consulente in materia di proprietà industriale	Via Monte di Pietà, 8, Torino
1898	CASTAGNERIS Guido	Cap. 47° Fanteria comandato presso la Brigata Specialisti del 3° Genio	Corso Umberto I, 481, Roma
1899	CASTELNUOVO Giulio	Ing., Rappr. Soc. Naz. Officine di Savigliano	Via Viminale, 38, Roma
1898	CATTANEO comm. Roberto	Amm. Del. Soc. di Monteponi	Via Ospedale, 51, Torino
1903	CAVALLERO Giuseppe	Ing. Impianto Elettr. e Fabbr. accumulatori Soc. It. di Elettr. già Cruto	Alpignano (Torino)
1897	CERNUSCHI Camillo	Capo Staz. Centr. R. Parco della Soc. An. Piem. Elettr.	R. Parco, Torino
1900	CERRUTI Eugenio	Fabbr. Apparecchi Elettrici	Via Acc. Albertina, 38, Torino
1897	CHIESA Terenzio	Ing. Capo esercizio Tramv. Soc. An. Elettr. Alta Italia	Corso Regina Margherita, 12, Torino
1897	COPPELLOTTI Vittorio	Ing. Uff. Tecn. di Finanza	Perugia
1903	CORNARO comm. Giov.	Colonnello d'Artiglieria	Via S. Quintino, 45, Torino
1898	CROPPI Alessandro	Dirett. Soc. Elettrica Ossolana	Intra
1902	CROSA comm. Vincenzo	R. Isp. Super. Strade Ferrate	Via Cernaia, 11, Torino
1897	CRUTO cav. Alessandro	Elettricista	Corso Vitt. Em., 32 Torino

Digitized by Google

1897	Cuttica di Cassine marchese Giuseppe	Ing. Ispett. princ., Capo Uff. studi e progetti del materiale Soc. Ferr. Mediterr.	Via Goito, 8, Torino
1897	Davis cav. Franklin	Ing. Applicazioni vari gas per luce, calore e forza	Via Cavour, 18, Torino
1898	De Benedetti Emilio	Ing. Amm. Del. Soc. Forze Idraul. Moncenisio, Dir. Gen. Soc. It. Appl. Elettr.	Via Arcivescovado, 10 Torino
1897	Debernochi Giacomo	Ing. Prodotti chimici	Via della Zecca, 15, Torino
1898	Demonte Agostino	Ing. Soc. Naz. Offic. Savigliano	Via dei Mille, 9, Torino
1898	De Sauteiron de St. Clement nob. cav. Carlo	Ing. Cap. d'artigl., Del. per l'Italia dell'Assoc. des ing. électr. sortis de l'Inst. Montefiore de Liège, add. Ispett. delle costruzioni in Roma	Roma
1897	De Thierry J. H.	Ing. Soc. Sviluppo Impr. El. in Italia, Dir. Impianto idroelettr. di Cherasco	Bra
1897	Diatto Alfredo	Ingegnere elettricista	Via Ottavio Revel. 17, Torino
1902	Diena Clemente	Ing. Studio Tecn. Perizie, Impianti	Corso Vitt. Em., 86, Torino
1897	Dogliotti Pier Maria	Ing. libero professionista	Corso Palestro, 10, Torino
1897	Donadio cav. Giovanni	Dir. Tecnico dei Telegrafi	Corso S. Martino, 8, Torino
1901	Douhet Giulio	Capitano Stato Maggiore	Direz. Stato Maggiore, Genova
1904	Dumontel Ascanio	Dott. Chimico presso il Dinamitificio Nobel	Avigliana (Torino)
1900	Dumontel comm. Federico	Presid. Soc. Elettrotecnica It.	Piazzetta B. V. degli Angeli, 2, Torino
1900	Dumontel Gilberto	Ing. Soc. Elettrotecnica It.	Piazzetta B. V. degli Angeli, 2, Torino
1901	Errera cav. Adolfo	Ing. Procuratore Assic. Gen. Venezia, Soc. An. It., Ass. infort., Soc. An. Ass. Grand.	Via Barbaroux, 2, Torino
1897	Ferrario Carlo	Rappr. Compagnia Continentale già Brunt e C.	Via Roma, 27, Torino
1897	Ferraris Lorenzo	Ing. Prof. Sc. Sup. Elettr. nel R. Museo Industr. Italiano	Via Sagliano, 4, Torino
1900	Ferria Edoardo	Ingegnere industriale	Salita Visitazione, 5, Genova

Digitized by Google

1903	FINARDI Angelo	Ing. Soc. Ferr. Elettr. Valle Brembana	Via S. Salvatore, Bergamo Alta
1904	FOLCHINI Arturo	Ing. Ind., Rappr. Case: Babcock & Wilcox (Londra), Escher Wyss e C. (Zurigo), Zippermayer e C. (Milano)	Corso Re Umberto, 50, Torino
1899	FONTANA Vincenzo	Ing. libero professionista	Piazza Vitt. Em. I, 12, Torino
1903	FORNACA Guido	Ing. Capo Soc. Naz. Officine di Savigliano	Via dei Mille, 32, Torino
1901	FRANCHETTI Alessandro	Ing. Esper. motori comb. interna	Via Buonvicini, 18, Firenze
1897	FRANCO Giovanni	Ingegnere, Industriale	Via XX Settembre, 30, Torino
1902	FRASCARI Carlo	Ing. Ass. R. Museo Industr. Italiano	Via Maria Vittoria, 27, Torino
1898	FRATTOLA cav. Enrico	Ing. Isp. Princ. Soc. Ferrovie Mediterraneo	Stazione di P. N., Torino
1902	FRIZZONI Settimo	Ingegnere	Via Moncalvo, 1, Torino
1900	GARASSINO Giovanni	Elettr., Dirett. Tecn. Fabbr. It. Accum. El. (Brev. Garassino)	Via Artisti, 34, Torino
1897	GARRASSO dott. Antonio	Prof. fisica sperim. R. Univ. di Genova	Corso Magenta, 52-2, Genova
1904	GARNIER Vittorio	Ing. Ditta Gadda, Brioschi e Finzi	Via Castiglia, 21, Milano
1897	GARRONE Lorenzo	Ing. Elettr., Compropr. Ditta ingg. Garrone e Arigo	Via Gioberti, 8, Torino
1897	GIANOLI Guido	Ingegnere, industriale	Via Massena, 20, Torino
1901	GIANOLIO Vittorio	Ing., Dir. Fabbr. olii, saponi e cand. Ditta Morteo, Gianolio e Soc. Comm. di Alessand.	Cantalupo (Alessandria)
1904	GILARDINI Francesco	Ing. Soc. Anon. Elettricità Alta Italia	Via Arsenale, 21, Torino
1897	GIORDANA G. B.	Ingegnere industriale	Via Vanchiglia, 18, Torino
1902	GIORELLI Angelo Corrado	Ing. Industr. Elettr., Rappres. Soc. Anon. Œrlikon	Via Pietro Micca. 9, Torino
1904	GIUSTINIANI Aldo	Ing. Soc. Naz. Officina Savigliano, Reparto Elettrico	Barriera di Lanzo, Torino
1903	GOGLIO cav. Giuseppe	Ing., Deputato al Parlamento, Rappr. Gen. per l'Italia delle Case Westinghouse, Coale, Bolton Fane e C., ecc.	Corso Oporto, 41, Torino

Digitized by Google

1901	GOLA Giovanni	Ing. profession., Socio accom. e ger. Ditta Ing. Gola e C.	Corso Re Umberto, 8, Torino
1897	GRASSI comm. Guido	Prof., Dirett. Sc. Elettrotec. Galileo Ferraris nel R. Museo Industriale Italiano	Via Amedeo Avogadro, 9, Torino
1899	GUAGNO Enrico	Ingegnere elettrotecnico	Via Cernaia, 20, Torino
1903	GUALERZI dott. Orlando	Ingegnere elettrotecnico	Via Convertite, 21, Roma
1903	GUIDETTI Ferruccio	Deposito vetrerie per illumin.	Corso Vitt. Eman. II, 34, Torino
1904	HESS Adolfo	Ing., Stud. Tecn. Gen., Consulenze, Rappresentanze	Via Am. Avogadro, 19, Torino
1897	IMODA G. E.	Ing. Imp. Elettrici e Idraulici	Via Ponza, 3, Torino
1900	INCISA DI S. STEFANO conte Carlo	Ingegnere	Via Am. Avogadro, 9 bis, Torino
1902	JEAN Gaspare	Ing. Stud. Tecn. Impr. Elettr. Rappr.	Corso Re Umberto, 30, Torino
1902	JERVIS Tommaso	Ing. profession., Macch. operatrici e trasport., Traz. Elettr.	Via Principi d'Acaja, 10, Torino
1900	LANINO comm. Giuseppe	Ing., ex-Dir. Trasp. Soc. Ferr. Adriatiche	Via Cernaia. 24, Torino
1900	LAUCHARD cav. Emilio	Dir. Soc. Tramways di Torino	Corso Regina Margherita, 114, Torino
1903	LEVI Ernesto	Dott. in chimica, Proprietario Ditta Bollito e C.	Via Cernaia, 25, Torino
1901	LIGNANA Giuseppe	Ing. Assist. Scuole elettrotecn. Regio Museo Ind. Ital.	Via Mazzini, 60, Torino
1901	LUINO Andrea	Ing. Dir. Tecn. Tecnografia Marandri	Via Am. Avogadro, 20, Torino
1902	MAFFIOTTI cav. G. B.	Ing. Dir. R. Museo Industriale Italiano	Via Assietta, 3, Torino
1902	MAGRINI Effren	Ing. Ass. R. Museo Ind. Ital. R. Univ., Dir. Ist. Profess. Giaveno (Torino)	Via S. Giulia, 46, Torino
1898	MARCHINI comm. Francesco	Pres. ed Amm. di Soc. Industriali	Piazza Statuto, 2, Torino
1904	MARIETTI Silvio	Ing. Soc. It. Elettr. già Cruto, Capo Riparto Lampade	Alpignano (Torino)
1900	MARSAL Giorgio	Ing. Dir. Ferr. Econ., Rappr. Soc. Gen. Ferr. ec. Bruxelles	Biella
1898	MATERNINI cav. Francesco	Ing. Isp. Princ. Servizio Mat. Str. Ferr. Mediterraneo	Via Arsenale, 42, Torino

Digitized by Google

1902	MAURO Romano	Ing. Rapp. Siemens-Schuckert-Werke di Vienna	Via Torre Bianca, 4, 1° Trieste
1902	MEGARDI Giuseppe	Ing. Elettr. Soc. Ital. Elettr. Siemens-Schuckert	Corso Umberto I, 337, Roma
1903	MINIOTTI Marcello	Ing. Ditta Ing. V. Tedeschi e C.	Via Madama Cristina, 20, Torino
1902	MIOLATI dott. Arturo	Prof. elettrochimica R. Museo Industriale Italiano	Corso Re Umberto, 15, Torino
1897	MONTEL Luigi	Ing. Ass. fis. tecn. e macch. term. R. Museo Ind. Ital.	Corso Vitt. Eman. II, 80, Torino
1899	MONTEVERDE Aurelio	Ing. Dirett. Uff. Costruz. Società « Helios »	Catania
1897	MORELLI cav. Ettore	Ing. Dirett. Soc. Elettrotecn. It., Prof. Costruz. Elettromecc. R. Museo Ind. Ital.	Via Principi d'Acaja, 60, Torino
1902	MORENO Luigi	Ing. Compr. Ditta « Offic. elettriche d'Alba ».	Via Principe Amedeo, 32, Torino
1898	MORENO comm. Ottavio	Ing. Consigl. d'Amm. e Dirett. Ger. Soc. Naz. Officine Savigliano	Corso Vitt. Eman., 71, Torino
1897	MORRA cavalier Pietro Paolo	Ing. Prof. fisica tecn. R. Museo Industriale Italiano	Via Romani, 28, Torino
1904	MOTTURA Attilio	Ing. Industr. ed elettrotecnico	Piazza Statuto, 14, Torino
1903	NEGRI Ottavio	Ing. Ass. Elettrotecn. R. Museo Industr. Ital.	Piazza Statuto, 18, Torino
1899	NEGRO Luigi	Ingegneria e costruz. elettromeccaniche	Via Valperga, 8, Torino
1901	NEYRONE Gino	Ing. Soc. Forze Idr. Alto Po	Via Goito, 2, Torino
1898	NOYER Edoardo	Industriale	Via S. Quintino, 46, Torino
1897	OLIVA cav. Luigi	Ing. Consigl. Deleg. Soc. An. Ind. Elettr. « L'Agognetta »	Via Depretis, 9, Voghera
1902	PARMEGGIANI Giuseppe	Ing. Soc. Naz. Off. Savigliano, Divisione di Torino	Via XX Settembre, 40, Torino
1900	PERINO cav. Fortunato	Fabbrica Elettr. Laterizi - Illuminazione elett. pubbl. e pr.	Villar-Dora (Torino)
1898	PERSONALI Francesco	Ing., Prof. Sc. Profess. Biella	Biella
1898	PEYRON Emanuele	Ing. Serv. Tecn. Lav. Pubbl. Municipio Torino	Via S. Quintino, 46, Torino

Digitized by Google

1897	PINNA cav. Raffaele	Ing. Dirett. Soc. An. Piemontese di Elettricità	Via Bogino, 9, Torino
1902	POLLONE comm. Eugenio	Consigl. Ammin. Soc. Ferrovie Mediterraneo	Corso Siccardi, 21, Torino
1897	POMBA cav. Luigi	Ing. Presid. Soc. An. Unione Tipogr. Editr. Torinese	Via Carlo Alberto, 33, Torino
1902	PONZANI cav. Vittorio	Dottore in chimica	Via Nizza, 27, Torino
1902	PONZIO dott. Giacomo	Prof. lib. doc. di Chim. gener. alla R. Univ. di Torino	Via Montecuccoli, 3, Torino
1897	PRAT cav. Paolo	Ing. Soc. An. Piemontese di Elettricità	Via Bogino, 9, Torino
1903	PRIMAVERA Manlio	Ing. Soc. Ferrovie Mediterr.	Corso Vitt. Eman. II, 44, Torino
1903	RAPPIS P. A. G.	Ing. Marconi's Wireless Telegraph Co.	Staz. radiotelegrafica Pristane Antivari (Montenegro)
1904	RESPINGER Emilio	Ing. Vice-Dir. Soc. An. Elettr. Alta Italia	Via Arsenale, 21, Torino
1897	RICOTTI Paolo	Ing. Industriale - Elettricista - Studio tecnico	Via Depretis, 11, Voghera
1901	RIDONI Ercole	Ing. Dir. Miniere Montecatini	Val Cecina
1900	RIGNON J. Albert	Dirett. e Compr. della « Sive Lampe » G. M. B. H. Fabbrica di Lampade ad arco, Berlino, Treptow	Gross Lichterfelde Ost, Grabenstrasse, 7, Berlino
1898	ROCCA Alfredo	Ingegnere elettrotecnico	Corso Valentino, 40, Torino
1900	ROSSI dott. G. Andrea	Prof. fis. e Ass. Sc. Elettrotec. Museo Ind. Ital.	Torino
1897	ROSTAIN cav. Alfredo	Capo Rip. Off. Soc. An. Elettr. Alta Italia, Dir. Sc. Pop. di Elettrotec.	Via Pisa, 5, Torino
1904	ROSTAIN Giuseppe	Studio tecnico-industriale	Via XX Settembre, 11, Torino
1897	ROTTA cav. Giuseppe	Dott. in chim., Ind., Consigl. del. ger. Soc. Min. d'Ollomont	Via Pietro Micca, 9, Torino
1897	SACERDOTE Adolfo	Ingegnere	Via S. Giulia, 47, Torino
1901	SALVOTTI Ugo	Ingegnere	Via Lunga, Casa dei Mori, (Trentino)
1903	SCAVIA Michelangelo	Dott. in Chim., Regg. Dir. Lab. Assaggio Carte Mus. Ind. It.	Corso Oporto, 30, Torino

Digitized by Google

1897	SANTORO cav. Filippo	Ing. Ispett. Princ. Soc. Strade Ferrate Mediterraneo	Via Bodoni, 5, Torino
1897	SASSERNÒ dott. cav. Alberto	Direttore dei Telegrafi	Ufficio Centrale Telegrafi, Torino
1898	SCHULTZ cav. Giorgio	Ing. Dirett. Tecn. Soc. An. Elettricità Alta Italia	Via Arsenale, 21, Torino
1901	SCLOPIS comm. Vittorio	Ing. Ind., Propr. Min. Brosso, Consigl. Cam. Comm., Pres. Assoc. chimica industriale	Via Alfieri, 21, Torino
1897	SEGRE cav. Enrico	Ingegnere industriale	Via Ospedale, 39, Torino
1902	SELVE comm. Federico	Ind., Compr. Ditta Frat. Selve di Donnaz	Corso Duca di Genova, 19, Torino
1902	SERONO cav. Cesare	Dott. in chim. e med., Ger. e Dir. Tecn. ditta Serono e C., Prodotti chimici	Piazza Vitt. Eman. I, 12, Torino
1902	SERRA conte Franz	Ing. R. Manifatt. Tabacchi	Manifatt. Tabacchi, Roma
1901	SILVA Ettore	Ingegnere elettrotecnico	Via Sagliano, 4, Torino
1897	SILVANO Emilio	Ing. Ind. ed Elettrotecn., Consulente	Circonvallazione oltre Po, 93, Torino
1903	SOLDATI Roberto	Ind., Ag. Gen. Soc. Francese Metallo antifriz. «Glacier»	Via Carlo Alberto, 16, Torino
1902	SOLDATI comm. Vincenzo	Ingegnere	Corso Vitt. Eman., 44, Torino
1903	SOLERI Elvio	Ing. Soc. Elettrotecn. Italiana	Via Belvedere, 2, Torino
1901	STRANEO dott. Paolo	Prof. fis. matem. R. Univ. di Torino	Via Ormea, 75, Torino
1904	TARELLA Carlo Alberto	Vis. cald. a vap., prove motr. a vap., imp. a vap.	Via Cairoli, 4, Novara
1899	TAVERNIER René	Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées	Rue de Bonnel, 7, Lyon
1898	TEDESCHI Cesare	Ing., Fabbrica estr. veg., Rapp. ind. inerenti industrie tessili	Corso Oporto, 29, Torino
1897	TEDESCHI Vittorio	Ing., Ger. Tecn. e Compr. ditta Ing. V. Tedeschi e C., Pres. Assoc. Industria Meccanica	Corso Vinzaglio, 10, Torino
1899	TESSARI Antonio	Ing. Ditta Ing. V. Tedeschi e C.	Via Vanchiglia, 21, Torino
1897	THOVEZ Ettore	Ing. Capo Rip. «Forza e Luce» Soc. An. Elettr. Alta Italia	Corso Siccardi, 69, Torino

Digitized by Google

1897	TREVES Abramo	Ingegnere civile	Via Maria Vittoria, 24, Torino
1898	TREVES Vittorio	Ing. Ger. Soc. Elettro-dinamica, Rappr. Gen. Italia Elektricitäts Ges Alioth	Via Bogino, 27, Torino
1603	TROSSARELLI Ottavio	Ing. Dirett. Soc. Forze Idrauliche Alto Po	Via Luserna, 1 (B. S. Paolo), Torino
1903	URTIS rag. Cesare	Ger. Ditta Cesare Urtis e C., Forniture Elettriche	Via XX Settembre, 32, Torino
1897	VALABREGA Raffaele	Ing. Ditta Ing. Valabrega, Lichtemberger e C. (Torino-Venezia), imp. elettr.	Via Lagrange, 29, Torino
1901	VEROJ Gomberto	Ing. Comand. Corpo Pompieri, Dirett. Off. Munic. di Torino	Uff Pompieri, Municipio, Torino
1897	VEROLE cav. Pietro	Ing. Ispett. Princ. Capo Soc. Strade Ferrate Mediterr.	Via Cernaia, 46, Torino
1898	VINCA Antonio	Ingegnere civile	Piazza S. Giulia, 11, Torino
1902	ZERBOGLIO Gius. Paolo	Industriale	Piazza Solferino, 1, Torino
1902	ZUBLENA Giovanni	Elettrotecnico	Via Gasometro, 10, Torino

SOCI COLLETTIVI.

1904	Ainardi Romano e C. - Impianti Elettrici	Via S. Secondo, 11, Torino
1900	Compagnia di Assicurazioni contro l'Incendio	Via Maria Vittoria, 18, Torino
1900	Ditta Siemens e Halske	Markgrafenstrasse, 94 Berlino
1900	Fratelli Marsaglia e C., in liquidazione	Piazza S. Carlo, Torino
1900	Ingegnere V. Tedeschi e C. - Fabbrica di cavi elettrici	Via Monte Bianco, Torino
1903	Martina G. e Figli, Costruzioni Meccaniche	Via Buniva, 23, Torino
1898	Municipio di	Spoleto

Digitized by Google

1902	Municipio di	Torino
1903	Municipio di	Vercelli
1903	Poma Fratelli fu Pietro - Cotonificio	Corso Vinzaglio, 3, Torino
1904	R. Circolo Ferroviario di Torino	Via S. Secondo, 4, Torino
1900	Società Anonima Elettricità Alta Italia	Via Arsenale, 21, Torino
1900	Società Anonima Esplodenti e Prodotti chimici	Piazza Bodoni, 3, Torino
1903	Società Anonima Fabbrica Calce e Cementi	Casale Monferrato
1900	Società Anonima Piemontese di Elettricità	Via Bogino, 9, Torino
1900	Società Dinamite Nobel	Avigliana (Torino)
1900	Società di Monteponi - Coltivazione di Miniere	Via Alfieri, 15, Torino
1900	Società Elettrotecnica Italiana - Costruzioni Elettromeccaniche	Via Principi d'Acaja, 60, Torino
1902	Società Forze Idrauliche del Moncenisio	Via Arcivescovado, 10, Torino
1900	Società Italiana di Applicazioni Elettriche	Via Arcivescovado, 10, Torino
1900	Società Italiana di Elettricità già Cruto - Accumulatori e Lampade a Incandescenza	Alpignano (Torino)
1900	Società Telefonica per l'Alta Italia	Galleria Nazionale Torino
1900	Tecnografia Marandri - Disegni tecnici, lavori di fotografia, telefotografia, fotomicrografia	Via Amedeo Avogadro, 20, Torino

Digitized by Google

TABELLA RIASSUNTIVA

15 Aprile 1905.

SEZIONE	Soci individuali effettivi	Soci collettivi effettivi	Soci studenti	Totale
Bologna	59	4	8	71
Firenze	68	5	—	73
Genova	57	7	—	64
Milano	256	60	—	316
Napoli	110	9	10	129
Padova	57	2	—	59
Palermo	32	4	—	36
Roma	164	15	3	182
Torino	168	23	—	191
Totali . . .	971	129	21	1121

Soci al 15 aprile 1905 . . . . . N. 1121
Soci al 1° aprile 1904 . . . . . „ 1083

Aumento Soci . . . N. 38

Digitized by Google

STATUTO

ART. 1. — È costituita una Società intitolata " Associazione Elettrotecnica Italiana, „ con decorrenza dal 1° gennaio 1897 e senza limitazione di termine.

ART. 2. — L'associazione ha per scopo:

d'incoraggiare e divulgare in Italia lo studio dell'elettrotecnica, e di contribuire al suo sviluppo scientifico ed industriale;

di stabilire e mantenere fra tutti gli electrotecnici italiani relazioni amichevoli e continue;

di facilitare loro la conoscenza dei lavori d'ogni genere, invenzioni, scoperte, esperienze, ecc., che si facessero anche all'estero;

di accordare ai soci il proprio appoggio morale nell'esercizio della propria industria o professione.

ART. 3. — L'Associazione resterà assolutamente estranea a qualsiasi impresa commerciale e industriale.

ART. 4. — L'Associazione potrà comprendere un numero indeterminato di Sezioni, con sedi nelle principali città d'Italia. Le Sezioni non potranno essere formate con meno di 20 soci.

Sarà sede centrale dell'Associazione quella della Sezione a cui appartiene il presidente.

ART. 5. — L'Associazione si compone di:

a) soci individuali effettivi;

b) soci collettivi effettivi;

c) soci studenti;

d) soci onorari esteri.

I soci di cui ai paragrafi *a*, *b* e *c* possono essere residenti e non residenti rispetto alle singole Sezioni.

ART. 6. — Possono essere soci individuali effettivi coloro che in Italia od all'estero si interessano di elettrotecnica.

Possono essere soci collettivi le Società, le Corporazioni scientifiche, le Imprese industriali, le Amministrazioni pubbliche, ecc., sì italiane che estere.

Digitized by Google

Tali soci collettivi sono rappresentati alle adunanze ed assemblee da un solo delegato.

Possono essere soci studenti gli iscritti negli Istituti superiori del Regno.

I soci studenti di fronte alla sede centrale hanno i diritti stessi degli effettivi, salvo il voto e le pubblicazioni; di fronte alle Sezioni i loro diritti saranno stabiliti dal regolamento delle Sezioni stesse.

Art. 7. — L'ammissione dei soci individuali, collettivi e studenti è fatta dai Consigli delle singole Sezioni a cui è avanzata domanda controfirmata da due soci effettivi. Avvenuta l'ammissione, il Consiglio ne darà comunicazione alla sede centrale per la definitiva iscrizione ed all'assemblea della Sezione nella prima adunanza.

L'ammissione dei soci onorari esteri dev'essere fatta dall'assemblea generale, riportando la maggioranza di almeno due terzi dei presenti.

Art. 8. — I soci individuali, collettivi e studenti sono tenuti ad osservare, oltre agli obblighi dipendenti dallo statuto, le deliberazioni prese in assemblea generale, e dovranno contribuire nelle spese dell'Associazione pagando una quota annua che verrà stabilita dalle singole Sezioni.

La quota dei soci studenti non potrà superare la metà di quella degli individuali effettivi.

Ogni Sezione verserà alla cassa della sede centrale L. 10 per ogni socio individuale effettivo e L. 20 per ogni socio collettivo.

Nessun versamento sarà fatto dalle Sezioni per i soci studenti.

Art. 9. — I soci che non intendessero più far parte dell'Associazione devono darne diffidamento per lettera raccomandata alla Presidenza della propria Sezione con preavviso di tre mesi; e questa dovrà darne comunicazione alla sede centrale.

Non è valida la diffida di un socio il quale non abbia fatto fronte ai propri impegni.

L'eventuale espulsione di un socio non potrà essere pronunziata che dall'assemblea generale, su proposta del Consiglio direttivo della propria Sezione, a maggioranza dei due terzi dei votanti e con un numero di voti almeno uguale alla metà più uno del numero dei soci inscritti nella Sezione.

Art. 10. — Ogni Sezione è retta da un Consiglio direttivo nominato dai soci di essa e costituito da:

un presidente:
un vicepresidente;
un segretario;
un cassiere:
due consiglieri per Sezione con un numero di soci non maggiore di 50;
quattro consiglieri per Sezione con un numero di soci fra 51 e 100;
sei consiglieri per Sezione con un numero di soci fra 101 e più.

Digitized by Google

Art. 11. — L'Associazione sarà amministrata da un Consiglio generale così composto:

un presidente;
un vicepresidente;
un segretario generale;
un cassiere;
consiglieri rappresentanti le singole Sezioni.

Ogni Sezione nomina, a maggioranza di voti, un consigliere ogni 50 soci o frazione di 50 soci, regolarmente ad essa inscritti all'epoca della votazione.

I consiglieri di ogni Sezione al Consiglio generale si rinnovano annualmente per metà, o per il numero intero immediatamente superiore, se essi sono in numero dispari e non sono immediatamente rieleggibili.

Un consigliere, in quanto vi sia autorizzato per lettera, può disporre anche dei voti dei consiglieri assenti della Sezione da lui rappresentata.

Il presidente ed i tre vicepresidenti sono nominati complessivamente con votazioni fatte in ciascuna Sezione.

I singoli voti dei soci nelle Sezioni, riuniti dalla sede centrale, costituiranno la votazione generale. — L'elezione avverrà a maggioranza dei votanti.

Il presidente, il segretario generale ed il cassiere devono appartenere ad una medesima Sezione. La nomina del segretario generale e del cassiere avverrà dopo la proclamazione del presidente, e sarà fatta collo stesso procedimento.

Il presidente, i tre vicepresidenti, il segretario generale, il cassiere durano in carica tre anni e non sono immediatamente rieleggibili alla medesima carica.

Le votazioni delle singole Sezioni per le cariche del Consiglio generale dovranno aver luogo prima della fine d'ogni anno, con norme a fissarsi dal regolamento.

Art. 12. — Il Consiglio generale deve convocare in via ordinaria una volta all'anno, entro il mese di settembre o di ottobre, in assemblea generale, tutti i soci con avviso scritto spedito a domicilio almeno quindici giorni prima, colle indicazioni del luogo, del giorno, dell'ora di riunione.

Tale avviso dovrà contenere l'ordine del giorno.

Art. 13. — L'assemblea generale potrà pure essere convocata in via straordinaria — e colle stesse modalità — ove ciò sia giudicato opportuno dal Consiglio generale, oppure quando ne sia stata fatta alla Presidenza espressa domanda da almeno due Sezioni o da cento soci.

Art. 14. — L'assemblea generale sarà presieduta dal presidente dell'Associazione, ed in sua vece da uno dei vicepresidenti, e fungerà da

Digitized by Google

segretario il segretario generale dell'Associazione, ed in sua assenza un consigliere nominato dal presidente dell'assemblea. Il presidente nominerà due scrutatori scelti fra i soci presenti.

ART. 15. — Il Consiglio generale presenterà ad ogni assemblea generale ordinaria una Relazione annuale sulla propria gestione, comprendente anche un preventivo per l'esercizio seguente.

La Relazione ed i conti del Consiglio saranno riveduti da due revisori nominati annualmente dall'assemblea generale ordinaria all'infuori dei membri del Consiglio stesso; questi revisori, che avranno libera visione della contabilità, dovranno presentare all'assemblea generale la loro Relazione scritta.

ART. 16. — Le deliberazioni dell'assemblea generale saranno sempre prese a maggioranza di voti dei presenti, e saranno valide qualunque sia il numero degl'intervenuti, salvo i casi previsti dagli articoli 22 e 23.

ART. 17. — Hanno diritto al voto tutti i soci effettivi presenti; ma nessun socio individuale potrà farsi rappresentare da altro socio. Ha diritto a due voti chi, oltre ad essere socio individuale, è delegato di un socio collettivo.

ART. 18. — L'assemblea procederà alla nomina dei revisori di cui all'art. 15, e quindi alle deliberazioni in merito ad eventuali proposte del Consiglio, discussioni tecniche, visite ad impianti, ecc.

ART. 19. — Spetta al Consiglio generale:

a) di autorizzare la formazione delle Sezioni;

b) di deliberare sulle istanze, proposte e reclami delle medesime;

c) di prendere di sua iniziativa quelle determinazioni e di promuovere quei provvedimenti che reputerà necessari per contribuire allo sviluppo delle applicazioni elettriche;

d) di dare esecuzione alle deliberazioni votate dall'assemblea generale o cumulativamente dalle Sezioni;

e) di riferire all'assemblea stessa (art. 15) circa la propria gestione in tutto ciò che potrà interessare l'Associazione;

f) di vigilare sull'osservanza delle prescrizioni del presente statuto;

g) di disporre dei fondi sociali per gli scopi prefissi;

h) di curare la pubblicazione degli *Atti dell'Associazione*, da farsi almeno una volta all'anno e da distribuirsi gratuitamente a tutti i soci.

ART. 20. — I Consigli delle Sezioni hanno la competenza delle Amministrazioni delle Sezioni stesse.

Essi stabiliscono le riunioni e le assemblee dei soci delle Sezioni e compilano le Relazioni delle discussioni tecniche che avvengono nelle riunioni suddette. Queste Relazioni devono essere trasmesse alla sede centrale, affinchè il Consiglio generale possa, se lo crede utile, sia trattarle nelle assemblee generali, sia pubblicarle negli *Atti dell'Associazione*. Un regolamento approvato dall'assemblea generale disciplinerà i rapporti delle Sezioni colla sede centrale.

Digitized by Google

Ogni Sezione formerà un proprio regolamento interno approvato dai propri soci.

Art. 21. — Tutti i soci effettivi riceveranno indistintamente una tessera unica rilasciata dalla sede centrale, che darà diritto di frequentare la sede di qualsiasi Sezione, e di assistere alle adunanze, senza diritto di voto, in una Sezione che non sia la propria.

Art. 22. — Le proposte di modificazioni allo statuto saranno messe in votazione quando siano presentate dall'assemblea generale, o dal Consiglio generale, o da almeno 50 soci collettivamente.

La votazione dovrà essere fatta nelle Sezioni, con norme da fissarsi dal regolamento.

Le modificazioni dello statuto non saranno valide se non otterranno l'approvazione dei due terzi del numero complessivo dei votanti in tutte le Sezioni.

Art. 23. — Lo scioglimento eventuale dell'Associazione, le modalità della liquidazione e l'assegno delle attività dovranno essere deliberate con maggioranza dei due terzi dei voti dei soci inscritti; nel caso che non si potesse raggiungere tale maggioranza, verrà indetta una seconda votazione, per la quale sarà sufficiente la maggioranza assoluta dei votanti.

Art. 24. — Anche per alcune proposte, per le quali non è richiesta dallo statuto la votazione fatta nelle singole Sezioni, la Presidenza, anzichè portarle all'assemblea generale, potrà indire le votazioni in ciascuna Sezione, con norme da fissarsi dal regolamento. L'esito della votazione sarà il complessivo di quello delle Sezioni.

Votato nell'assemblea generale il 25 settembre 1898 in Torino, e modificato con votazione 15 giugno 1904.

Digitized by Google

PERIODICI E SOCIETÀ

coi quali l'A. E. I. fa lo scambio delle pubblicazioni

ITALIA.

Accademia dei Lincei, Roma.
Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche, Napoli.
Annali di Elettricità medica e Terapia fisica (Dott. G. Arienzo,), Gabinetto Elettroterapico dell'Ospedale Incurabili, Napoli.
Camera di Commercio, Milano.
Collegio Ingegneri ed Architetti, Milano.
Collegio Ingegneri ed Architetti, Napoli.
Gazzetta Chimica Italiana, Roma.
Gazzetta Chimica Italiana, Roma.
Industria Chimica, Rivista Tecnica, Industriale e Commerciale, Torino.
Il Nuovo Cimento, Pisa.
I. R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti degli Agiati, Rovereto.
R. Istituto Tecnico Superiore, Milano.
R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Milano.
Rivista Marittima, Roma.
Rivista d'Artiglieria e Genio, Roma.
Rivista Tecnica Emiliana, Bologna.
Società Chimica di Milano, Milano.
Società Ingegneri ed Architetti Italiani, Roma.
Rivista Internazionale di Terapia fisica, Roma.
Società Ingegneri ed Architetti, Torino.
Società Incoraggiamento Arti e Mestieri, via Santa Marta, 18, Milano.
Società Medico-Chirurgica di Bologna, Bologna.
Società degli Studenti Trentini, Trento.
Unione permanente delle Camere di Commercio Italiane, Milano.

FRANCIA.

Annales des Mines, Paris.
Bulletin du Syndicat Professionnel des Usines d'Electricité, Paris.
Bulletin de la Société Industrielle de Rouen, Rouen.
« Cosmos » Revue hebdomadaire des Sciences et de leurs applications, Paris.
Électricien Revue Internationale de l'Electricité et de ses applications, Paris.
Industrie Électro-Chimique, Paris.
L'Industrie Électrique, Paris.
Revue Pratique de l'Electricité, Paris.

Digitized by Google

Société Internationale des Électriciens, Paris.
Société de l'Industrie Minérale, Saint-Étienne.
Société des Ingénieurs Civils de France, Paris.
Société Scientifique Industrielle, Marseille.

SVIZZERA.

Association Suisse des Électriciens.
Journal Télégraphique, Berne.
Revue de l'Électricité et de l'Éclairage en général, Berne.

BELGIO.

Annales des Travaux Publics de Belgique, Bruxelles.
Association Belge des Chimistes, Bruxelles.
Association des Ingénieurs Électriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore, Liège.
Association entre les Élèves de l'Institut Monfefiore, Liège.
Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique (Classe des Sciences), Bruxelles.
Société Belge d'Électriciens, Bruxelles.

AUSTRIA.

Akademie der Wissenschaften, Wien.
Eletro Techniker, Wien.
Mitteilungen über Gegestände des Artillerie und Genie-Wesens, Wien.
Osterreichische Eisenbahn-Zeitung, Wien.
Technologisches Gewerbe-Museum, Wien.

GERMANIA.

Centralblatt für Accumulatoren, Elementen und Accumobilen, Berlin.
Elektrotechnischer Verein, Berlin.
Elektrotechnischen Anzeiger, Berlin.
Elektrische Bahnen, München.
Kraft, Berlin.
Kriegstechnischen Zeitschrift, Berlin.
Sschiffbau, Berlin.
Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin.
Zeitschrift für Elektrochemie, Halle A. S.
Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Berlin.
Deutschen Ihysikalischen Gesellschaft, Berlin.

INGHILTERRA.

Engineering, London.
Pratical Engineer, London.
Institution of Electrical Engineers, London.

Digitized by Google

Iron & Coal Trades Review, London.
Journal of the Society of Arts, London.
Mining Engineering, Wigan.
Page's Magazine, London.
Science Abstracts, London.
The Electrical Review, London.
The Electrical Engineer, London.
The Institution of Civil Engineers, London.
The Institution of Mechanical Engineers, London.
The Marine Engineer, London.
The Tramway and Railway World Illustrated, London.

RUSSIA.

Electricité, Saint-Pétersbourg.

SVEZIA E NORVEGIA.

Elektroteknisk Tidsskrift, Kristiania,

STATI UNITI D'AMERICA.

American Institute of Electrical Engineers, New-York.
American Electrician, New-York.
American Society of Engineers, New-York.
Electricity, New-York.
Proceeding of the United States Naval Institute, Annapolis, Md.
The American Journal of Science, New-Haven.
The Electrical Review, New-York.
The Electrical World and Electrical Engineer, New-York.
The Electrical Age, New-York.
The Engineering Record, New-York.
The Franklin Institute, Philadephia.
The Physical Review, Ithaca, N. Y.
The Railway Age, Chicago.

REPUBBLICA ARGENTINA.

Sociedad Científica Argentina, Buenos-Aires.

Digitized by Google

Associazione Elettrotecnica Italiana

VENDITA DEGLI ATTI

Prezzo	Vol.	I	Atti	(*Esaurito*)	L. —
»	»	II	»	. . . . .	» 20
»	»	III	»	. . . . .	» 10
»	»	IV	»	. . . . .	» 20
»	»	V	»	. . . . .	» 20
»	»	VI	»	(*Esauriti i fascicoli 2° e 3°*)	» 20
»	»	VII	»	. . . . .	» 20
»	»	VIII	»	. . . . .	» 20
Abbonamento	»	IX	»	. . . . .	» 20

I Soci possono acquistare i volumi arretrati a metà prezzo.

TARIFFA DELLE INSERZIONI

su fogli colorati dopo il testo

Spazio	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1/4 pagina L.	15	25	40	60	95
1/2 „ „	25	35	65	95	150
3/4 „ „	30	45	80	115	180
1 „ „	35	50	90	130	200

(a) Dell'elenco soci (un fascicolo annuale).
(b) Di due fascicoli bimestrali.
(c) Di quattro fascicoli bimestrali.
(d) Di sei fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.
(e) Di dodici fascicoli bimestrali e dell'elenco soci.

Aumento di un terzo per fogli intercalati nel testo.
Sconto del 20 per cento ai Soci dell'A. E. I.

Digitized by Google

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

ROMA - Corso Umberto I, 397 - ROMA

CONSIGLIO GENERALE.

Presidente: Prof. dott. Moisè Ascoli.

Vicepresidenti: Prof. ing. Luigi Lombardi - Prof. dott. Guido Grassi - Prof. ing. Luigi Zunini.

Segretario Generale: Ing. Riccardo Salvadori.

Cassiere: Ing. comm. Oreste Lattes.

Consiglieri rappresentanti le Sezioni di: **Bologna:** Ing. Alfredo Donati - Cav. ing. Rinaldo Rinaldi; **Firenze:** Ing. Ernesto Corsini - Cav. ing. Francesco Sizia; **Genova:** Ing. Giovanni Anfossi - Ing. Mario Buffa; **Milano:** Ing. Cauro Luigi - Ing. Domenico Civita - Ing. Emilio Magatti - Ing. Giacomo Merizzi - Ing. Luigi Pontiggia - Ing. Giuseppe Pontremoli - Ing. Alessandro Scotti; **Napoli:** Cav. ing. Mario Bonghi; Ing. Alfonso Carelli - Ing. Camillo Albino Curti; **Padova:** Prof. Ferdinando Lori - Ing. Gastone Treves de' Bonfili; **Palermo:** Prof. dott. Michele Cantone; **Roma:** Cardarelli comm. ing. Fedele - Gentili ing. Federico - Reggiani cav. Napoleone - Revessi ing. Giuseppe; **Torino:** Ing. Emilio De Benedetti - Prof. Lorenzo Ferraris - Ing. Giuseppe Imoda - Ing. Luigi Oliva.

CONSIGLI DELLE SEZIONI.

Bologna, Via Galliera, 14 - *Presidente:* Prof. Luigi Donati; *Vicepresidente:* Ing. Pietro Lanino; *Segretario:* Ing. Alberto Fabbri; *Cassiere:* Ing. Barnaba Lanino; *Consiglieri:* Ing. Enrico Cairo - Prof. Silvio Canevazzi - Ing. Angelo Silva - Ing. Gustavo Rizzoli.

Firenze, Via dei Benci, 10 - *Presidente:* Prof. Luigi Pasqualini; *Vicepresidente:* Ing. Giorgio Santarelli; *Segretario:* Ing. Guido Castelfranco; *Cassiere:* Ing. Alberto Picchi; *Consiglieri:* Prof. Eugenio Bazzi - Ing. Pietro Molfino - Dott. Franco Magrini - Ing. Domenico Spallicci.

Genova, Via David Chiossone, 7 - *Presidente:* Cav. uff. prof. ing. A. Sereno Rumi; *Vicepresidente:* March. cav. ing. on. Giacomo Reggio; *Segretario:* Ing. Giovanni Anfossi; *Cassiere:* Comm. Saverio Audisio; *Consiglieri:* Ing. Carlo Appelius - Ing. cav. Gustavo Dosmann - Ing. Salvatore Galliano - Ing. Domenico Sertorio.

Milano, Via San Paolo, 10 - *Presidente:* Ing. Angelo Bertini; *Vicepresidente:* Ing. Giacinto Motta; *Segretario:* Ing. Guido Semenza; *Cassiere:* Ing. Angelo Bianchi; *Consiglieri:* Ing. Vittorio Arcioni - Ing. Ernesto Cirla - Ing. Ettore Conti - Ing. Ernesto Fumero - Ing. Luigi Magrini - Ing. Alessandro Panzarasa.

Napoli, R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri - *Presidente:* Prof. ing. Luigi Lombardi; *Vicepresidente:* Comm. prof. F. C. Paolo Boubée; *Segretario:* Ing. Luigi De Biase; *Cassiere:* Ing. Ernesto Sannia; *Consiglieri:* Cav. ing. Mario Bonghi - Comm. prof. Gaetano Bruno - Ing. Camillo Albino Curti - Ing. Gustavo D'Orso - Ing. Guido Fano - Ing. Augusto Galimberti (Società Ferrovie del Vomero).

Padova, R. Scuola Applicazione Ingegneri - *Presidente:* Prof. Ferdinando Lori; *Vicepresidente:* Conte ing. Amedeo Corinaldi; *Segretario:* Ing. Lorenzo Bigaglia; *Cassiere:* Prof. Giacinto Turazza; *Consiglieri:* Ing. Augusto Biagini - Ing. Emanuele Montagnini - Ing. Alessandro Moschini - Prof. Giuseppe Veronese.

Palermo, Via Macqueda, 175 - *Presidente:* Cav. prof. Stefano Pagliani; *Vicepresidente:* Cav. ing. Giuseppe Ottone; *Segretario:* Ing. Gaetano Buttafarri; *Cassiere:* Ing. Francesco Agnello; *Consiglieri:* Prof. Orso Mario Corbino - Ing. Gioacchino Parenti.

Roma, Corso Umberto I, 397 - *Presidente:* Ing. Giovanni Giorgi; *Vicepresidente:* Prof. Quirino Majorana Calatabiano; *Segretario:* Ing. Filippo Fiorentini; *Cassiere:* Comm. ing. Oreste Lattes; *Consiglieri:* Ing. Ulisse Del Buono - Comm. Giovanni Dell'Oro - Dott. Giovanni Di Pirro - Comm. prof. Guglielmo Mengarini - Ing. cap. Carlo Vita-Finzi.

Torino, Galleria Nazionale - *Presidente:* Comm. ing. Vincenzo Soldati; *Vicepresidente:* Ing. Ettore Thovez; *Segretario:* Cav. ing. Enrico Sègre; *Cassiere:* Ing. Andrea Luino; *Consiglieri:* Ing. Guido Fornaca - Prof. dott. Arturo Miolati - Ing. Emilio Silvano - Ing. Vittorio Tedeschi - Cav. ing. Ottavio Trossarelli - Ing. Pietro Verole.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google